

Instituto Politécnico do Porto



Mestrado em Engenharia Civil

SUSTENTABILIDADE NA REABILITAÇÃO URBANA

Andreia Alexandre Silva

Orientador: Eng.º José Manuel Sousa

Outubro 2013

Dedicatória

Dedico esta dissertação a toda a minha família, em particular aos meus pais por todo o apoio dado ao longo de todo o meu percurso académico, sem vocês nada disto seria possível. À minha irmã Sara pela confiança e força nos momentos mais difíceis, e ainda a José Santos pelo apoio incondicional na fase final.

Obrigada!

Agradecimentos

Deixo aqui o meu grande e profundo obrigado ao meu orientador, Eng.º José Manuel Sousa, pela oportunidade que me deu em desenvolver este tema tão atual e importante para o futuro da nossa sociedade. Pelo incansável apoio, paciência e a confiança em mim depositada. E ainda, pela transmissão de conhecimentos que tanto contribuíram para o sucesso e conclusão deste trabalho, como para o crescimento a nível pessoal e técnico.

Um agradecimento especial à Porto Vivo, SRU e à ERI, Engenharia.

Agradeço aos meus colegas de curso por todo os momentos vividos, pelo apoio e incentivo.

Um muito Obrigado!

Palavras-chave

Reabilitação Urbana; Sociedades de Reabilitação Urbana; Regime Jurídico de Reabilitação Urbana; Arrendamento Urbano; Desenvolvimento Sustentável; Construção Sustentável; Ciclo de Vida dos Materiais; Avaliação do Ciclo de Vida; Declarações Ambientais do Produto; Tecnologias Solares Passivas.

Resumo

A indústria da construção é um setor com grande impacto na economia, no Produto Interno Bruto (PIB) e ainda em postos de trabalho diretos e indiretos. No entanto, é um dos setores com maior impacte ambiental. Com a crise económica e financeira que o país atravessa, este setor foi um dos mais afetados, contribuindo para o aumento do desemprego visto tratar-se do setor com maior taxa de empregabilidade. Concomitantemente, ocorre saturação do mercado com a construção nova e desertificação dos centros urbanos com a degradação das habitações. Assim, como impulsionador da economia, surge a aposta na reabilitação do parque edificado que, com a legislação em vigor e com os incentivos dados pela tutela tem tudo para impulsionar o setor.

Sabendo que a indústria da construção é um dos setores com maiores impactes ambientais, faz todo o sentido reabilitar-se de uma forma mais sustentável. Aplicando os princípios da sustentabilidade a todo o ciclo de vida do edifício, conseguimos reduzir os recursos na fase de construção (resíduos de construção) e na fase de exploração (consumo de energia e de água). Podemos ainda reduzir os custos de energia para climatização ao termos em conta a orientação do edifício e a envolvente, os recursos naturais e aplicando tecnologias solares passivas.

Assim, ao aplicarmos os princípios da construção sustentável na reabilitação urbana podemos diminuir os impactes ambientais, a produção de CO₂, as emissões de gases com efeito de estufa, os resíduos de construção e a área impermeabilizada

Keywords

Urban Rehabilitation; Societies of urban rehabilitation; Legal regime of urban rehabilitation; Urban Rent; Sustainable Development; Sustainable Construction; Life Cycle of Materials; Life Cycle Assessment; Environmental Product Declaration; Passive Solar Technology.

Abstract

The construction industry is a sector with great impact in the economy, in the GDP (gross domestic product) and in direct and indirect jobs. However, it is one of the sectors with the most environmental degradation. Due to the economical and financial crisis our country is going through, this sector was one of the most affected, contributing to increase the unemployment as it is the sector with the highest employment rate. Likewise, the new construction leads to market saturation while the degradation of housing leads to desertification of the urban centres. Thus, as an economy booster, the rehabilitation of the building stock arises along with the current legislation and encouraged by the state, having everything to promote this sector.

Because the construction industry is one of the sectors with the most environmental degradation, it makes sense to rehabilitate in a more sustainable way. Applying the principles of sustainability to the whole life cycle of a building, it is possible to reduce the resources: the construction residues during construction and the use of energy and water during exploration. Having in mind the adaptability of the building with its surroundings, using natural resources and passive technology, one can reduce the energy that is used for climatization.

Thus, one can decrease the environmental degradation, the production of CO₂, the greenhouse emissions, the construction residues and the impermeabilized area by applying the principles of sustainable construction in urban rehabilitation.

Siglas e Abreviaturas

ACRRU – Áreas Críticas de Recuperação e Reconversão Urbanística

ACV – Avaliação do Ciclo de Vida

AICCOPN – Associação dos Industriais da Construção Civil e Obras Públicas

APCOR – Associação Portuguesa da Cortiça

ARU – Áreas de Reabilitação Urbana

CEB – Comité Européen du Béton

CO₂ – Dióxido de Carbono

DAP – Declarações Ambientais do Produto

DL – Decreto – Lei

ELCA – Environmental Life Cycle Assessment

EPD's – Environmental Product Declaration

FLDM – Fator de Luz do Dia Médio

GEE – Gases com Efeito de Estufa

GTL's – Gabinetes Técnicos Locais

IGESPAR – Instituto de Gestão do Património Arquitetónico e Arqueológico

IHRU – Instituto da Habitação e Reabilitação Urbana

iiSBE – International Initiative for a Sustainable Built Environment

INE – Instituto Nacional de Estatística

ISO – International Organization for Standardization

JCSS – Joint Committee on Structural Safety

LCA – Life Cycle Assessment

LCC – Life Cycle Costing

LCI – Life Cycle Inventory

LCIA – Life Cycle Inventory Assessment

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

PCR – Product Category Rules

PDM – Plano Diretor Municipal

PIB – Produto Interno Bruto

PRAUD – Programa de Recuperação de Áreas Degradadas

PRID – Programa para a Recuperação de Imóveis Degradados

PRU – Programa de Reabilitação Urbana

RCCTE - Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

RCP – Regras para Categoria de Produtos

REBA – Regulamento de Estruturas de Betão Armado

REBAP – Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado

RECRIA – Regime Especial de Comparticipação na Recuperação de Imóveis Arrendados

REHABITA – Regime de Apoio à Recuperação Habitacional em Áreas Antigas

RGEU – Regulamento Geral de Edificação Urbana

RJRU – Regime Jurídico de Reabilitação Urbana

RPM – Regulamento de Pontes Metálicas

RRAE – Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios

RSA – Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes

RSEP – Regulamento de Solicitações em Edifícios e Pontes

RU – Reabilitação Urbana

SBTool – Sustainable Building Tool

SETAC – Society for Environmental Toxicology and Chemistry

SLCA – Social Life Cycle Assessment

SRU – Sociedade de Reabilitação Urbana

U – Coeficiente de Condutibilidade Térmica

UNEP – United Nations Environment Programme

WCED – World Commission on Environment and Development

WWF – World Wildlife Fund

ZIP – Zona de Intervenção Prioritária

P_{CA} – Nível Médio de Conforto Acústico

A_{EV} – Áreas de espaços verdes do edifício em projeção horizontal

A_{IMP} – Áreas do lote ocupadas com edificação e áreas pavimentadas com materiais impermeáveis, incluindo acessos ou pátios

A_{RFL} – Área construída em projeção horizontal (pavimentos exteriores não cobertos e coberturas) com refletância igual ou superior a 60%

C_{CER} – Custo total de produtos em madeira ou de base orgânica certificada

C_{PBO} – Custo total dos produtos de madeira ou de base orgânica prevista para a construção

C_{REU} – Valor dos materiais que são reutilizados

C_{TOT} – Valor total do orçamento da construção

$D_{2m,nT,w}$ – Índice de isolamento a sons de condução aérea entre o exterior e quartos ou zonas de estar

$D_{nT,w}$ – Índice de isolamento a sons de condução aérea entre compartimentos de um fogo e quartos ou zonas de estar de outro fogo

$D_{nT,w}$ – Índice de isolamento a sons de condução aérea entre locais de circulação comum do edifício e quartos ou zonas de estar de um fogo

$D_{nT,w}$ – Índice de Isolamento a sons de condução aérea entre locais do edifício destinados a comércio, serviços ou diversão e quartos ou zonas de estar de um fogo

FLDM – Fator de Luz do Dia Médio

$L'_{AR,nT}$ – Nível de avaliação do ruído mais desfavorável de equipamentos coletivos

$L'_{nT,w}$ – Índice de isolamento a sons de percussão entre locais do edifício destinados a comércio, indústria ou diversão e quartos ou zonas de estar de um fogo

$L'_{nT,w}$ – Índice de Isolamento a sons de percussão entre um pavimento de um fogo ou locais de circulação comum do edifício e quartos ou zonas de estar de outro fogo

M_{LIG} – Massa total de ligantes utilizados no fabrico de betões

M_{SUB} – Massa de ligantes substitutos do cimento utilizados no fabrico do betão

P_{AA} - Índice de Acessibilidade a Amenidades

P_{ACE} – Percentagem da Área Previamente Contaminada ou edificada

P_{ATP} – Índice de Acessibilidade aos Transportes Públicos

P_{AUL} – Percentagem Utilizada do Índice de Utilização Líquido Disponível

P_{AUT} – Percentagem de Áreas Verdes Ocupadas por Plantas Autóctones

P_{CA} – Volume Anual de Água Consumido *per capita* no Interior do Edifício

P_{CER} – Percentagem em Custo dos Produtos de Base Orgânica Certificados

P_{CI} – Valor de Custo do Investimento Inicial por m^2 de área útil

P_{COV} – Percentagem em Peso de Materiais de Acabamento com Baixo Conteúdo de Compostos Orgânicos Voláteis

P_{CRE} – Percentagem em Peso do Conteúdo Reciclado do Edifício

P_{CREU} – Valor da Percentagem em custo de Materiais Reutilizados

P_{CT} – Nível de Conforto Térmico Médio Anual

P_{CT1} – Nível de Conforto Térmico de cada edifício durante a estação de Aquecimento

P_{CU} – Valor Atual dos Custos de Utilização por m^2 de área útil

P_{ENR} – Valor estimado de Energia primária não Renovável

P_{ER} – Valor estimado da Quantidade de Energia Produzida no Edifício através de Fontes Renováveis

P_{FLDMm} – Média Ponderada do Valor Normalizado do Facto de Luz do Dia Médio

P_{FLDMm} – Valor Normalizado do Facto de Luz do Dia Médio obtido para cada compartimento

P_{IMP} – Índice de impermeabilização

P_{LCA} – Valor Agregado das Categorias de Impacte Ambiental de Ciclo de Vida por m^2 de área útil de Pavimento e por ano

P_{RCA} – Percentagem de Redução do Consumo de Água Potável

P_{RFL} – Valor da Percentagem da Área em Planta com Refletância Igual ou Superior a 60%

P_{RSU} – Valor do potencial das Condições do Edifício para a Promoção da Separação de Resíduos Sólidos

P_{SUB} – Percentagem em Massa de Produtos Substitutos do Cimento no Betão

P_{VN} – Valor do Potencial de Ventilação Natural

V_{AC} – Volume de Águas Cinzentas reutilizadas

V_{APL} – Volume de Águas da Chuva utilizadas

CFC – 11 – Tricloromonofluormetano

SO_2 – Dióxido de Enxofre

PO_4 – Fosfato

Índice

1	Introdução	1
1.1	Objetivo.....	1
1.2	Organização do trabalho	2
2	Reabilitação Urbana em Portugal	3
2.1	Enquadramento.....	3
2.2	Património edificado	6
2.2.1	Conceitos	6
2.2.2	Estado atual do parque habitacional.....	10
2.2.3	Principais problemas do parque habitacional e os edifícios construídos após o 25 de Abril de 1974.....	15
2.3	Centros Urbanos e Históricos.....	19
2.3.1	Sociedades Reabilitação Urbana (SRU).....	19
2.3.2	Áreas de Reabilitação Urbana (ARU)	22
2.3.3	Operações de Reabilitação Urbana	23
2.3.4	Estratégia de Reabilitação Urbana.....	24
2.3.5	Programa de Reabilitação Urbana	25
2.4	Futuro da Reabilitação Urbana.....	28
2.4.1	Enquadramento	28
2.4.2	Regime Jurídico da Reabilitação Urbana	29
2.4.3	Nova Lei do Arrendamento.....	31

3	Sustentabilidade na Construção.....	33
3.1	Desenvolvimento sustentável	33
3.2	Construção Sustentável	36
3.3	Materiais Sustentáveis.....	39
3.4	Ciclo de Vida.....	42
3.4.1	Ciclo de Vida dos Edifícios	42
3.4.2	Avaliação do Ciclo de Vida	43
3.4.2.1	Enquadramento	43
3.4.2.2	Variantes da LCA.....	45
3.4.2.3	Fases da LCA	47
3.4.2.4	Programas de apoio à LCA no sector da construção	51
3.4.3	Declarações Ambientais do Produto	52
4	Sistema de Avaliação da Sustentabilidade de Edifícios	57
4.1	SBTool ^{PT} – H.....	57
4.2	A sua aplicação na Reabilitação	64
5	Tecnologias para a Construção Sustentável.....	67
5.1	Arquitetura Bioclimática	67
5.2	Tecnologias solares passivas.....	67
5.2.1	Sistemas de arrefecimento passivos.....	68
5.2.1.1	Ventilação natural	70
5.2.1.2	Arrefecimento pelo solo (Geotermia).....	72

5.2.1.3	Arrefecimento evaporativo.....	73
5.2.1.4	Arrefecimento radiativo.....	73
5.2.1.5	Proteção da radiação.....	74
a)	Palas fixas.....	75
b)	Palas exteriores ajustáveis.....	75
c)	Estruturas com plantas de folha caduca.....	76
d)	Utilização de árvores.....	76
e)	Utilização de cores claras	76
5.2.2	Sistemas de aquecimento passivos.....	77
5.2.2.1	Ganho direto	79
a)	Sombreamentos.....	79
b)	Orientação	80
c)	Massa térmica.....	80
5.2.2.2	Ganho indireto	81
a)	Parede Trombe	81
b)	Paredes e colunas de água.....	84
c)	Cobertura com armazenamento térmico.....	84
5.2.2.3	Ganho isolado.....	85
a)	Espaço estufa.....	86
b)	Coletor de ar.....	87
6	Aplicação do SBTool^{PT} – H a caso prático	89

6.1	Caso Prático Rua do Comércio do Porto	89
6.1.1	Enquadramento	89
6.1.2	Descrição do edifício	90
6.2	Caso Prático Rua de Miragaia.....	94
6.2.1	Enquadramento	94
6.2.2	Descrição do edifício	95
6.3	Aplicação da metodologia em estudo	99
7	Conclusões.....	147
	Referências Bibliográficas.....	149
	Bibliografia	157

Índice de Figuras

Figura 1 – Tipos de obras numa intervenção (adaptado: Taborda, 2010).....	9
Figura 2 – Estado atual da baixa do Porto, 2013	10
Figura 3 – Elevado estado de degradação do nosso parque edificado	14
Figura 4 – Problemas de infiltração em edifício no Porto	15
Figura 5 – Falta de recobrimento na armadura em fachada, Porto	16
Figura 6 – Limites geográficos com interesse para Reabilitação Urbana no Porto (Porto Vivo – SRU, 2013)	21
Figura 7 – Organograma resumo das fases para a reabilitação urbana segundo o RJRU ..	27
Figura 8 – As três dimensões do desenvolvimento sustentável.....	35
Figura 9 – Fases do Ciclo de Vida dos Edifícios	42
Figura 10 – Análise de sustentabilidade do ciclo de vida (adaptado de Arroja et al., 2011; UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2011)	44
Figura 11 – As variantes possíveis em função das fases do ciclo de vida (PE International, 2010).....	46
Figura 12 – Fases do ciclo de vida dos materiais.....	47
Figura 13 – Fases de uma LCA segundo a 14040:2006 (Soares, 2011)	48
Figura 14 – Escala utilizada na categorização dos níveis de desempenho de um edifício (Mateus & Bragança, 2009)	61
Figura 15 – Certificado de sustentabilidade de um edifício avaliado através da metodologia SBTool ^{PT} – H (Mateus & Bragança, 2009)	63
Figura 16 – Sistemas de arrefecimento passivo	69
Figura 17 - Chaminé Solar (Gonçalves et al., 1997)	71

Figura 18 – Entrada interior dos tubos enterrados. Arrefecimento pelo Solo. (Gonçalves et al., 1997)	72
Figura 19 – Entrada exterior dos tubos enterrados. Arrefecimento pelo Solo. (Gonçalves et al., 1997)	72
Figura 20 – Arrefecimento evaporativo (Gonçalves & Graça, 2004).....	73
Figura 21 – Arrefecimento Radiativo (Gonçalves & Graça, 2004).....	74
Figura 22 – Palas fixas através de beirados salientes (Gonçalves et al., 1997)	75
Figura 23 – Adoção de cores claras (Gonçalves et al., 1997)	76
Figura 24 – Sistemas de aquecimento passivos.....	78
Figura 25 – Vão envidraçado com sombreamento exterior através de estores (Gonçalves et al., 1997)	79
Figura 26 – Parede de Trombe (Gonçalves et al., 1997)	82
Figura 27 – Parede de Trombe com a possibilidade de ser ventilada ou não (Gonçalves et al., 1997)	82
Figura 28 – Colunas de água com dispositivo de sombreamento móvel (Gonçalves et al., 1997)	84
Figura 29 – Sistema ganho isolado (Gonçalves & Graça, 2004).....	85
Figura 30 – Espaço estufa com sombreamento (vinha) (Gonçalves et al., 1997).....	86
Figura 31 – Coletor Solar. Vista Interior (Gonçalves et al., 1997).....	87
Figura 32 – Coletor Solar. Vista exterior (Gonçalves et al., 1997)	87
Figura 33 – Fachada Principal voltada a Sudeste (cedido por ERI, Engenharia)	90
Figura 34 – Estrutura Metálica para execução do 3.º andar (cedido por ERI, Engenharia)	91
Figura 35 – Estrutura Metálica tridimensional para execução do 3.º andar (cedido por ERI, Engenharia).....	91

Figura 36 – Parede meeira do R/C com pedra à vista (cedido por ERI, Engenharia).....	92
Figura 37 – Clarabóia da comunicação comum	93
Figura 38 – Clarabóia da instalação sanitária do 4.º andar	93
Figura 39 – Edifício localizado na Rua do Comércio do Porto.....	93
Figura 40 – Constituição das paredes meeiras (cedido por ERI, Engenharia)	95
Figura 41 – Fachada do edifício voltada para a Rua de Miragaia.....	96
Figura 42 – Fachada do edifício voltada para a Rua da Arménia.....	96
Figura 43 – Estrutura metálica em treliça (cedido por ERI, Engenharia).....	97
Figura 44 – Laje do 4.º andar (cedido por ERI, Engenharia)	97
Figura 45 – Clarabóia presente no acesso ao espaço comum.....	98
Figura 46 – Cobertura em estrutura de madeira Pinho Marítimo.....	98
Figura 47 – Revestimento dos pavimentos e parede de W/C e compartimentos.....	113
Figura 48 – Revestimento do teto de W/C em gesso cartonado	113
Figura 49 – Escadas e corrimão em madeira e ferro, respetivamente	114
Figura 50 – Envidraçados com guarnição em madeira e vidro duplo	114
Figura 51 – Portas Interiores e Exterior de acesso ao edifício, respetivamente	115
Figura 52 – Sanita, autoclismo e bidé utilizados nas instalações sanitárias dos dois edifícios	121
Figura 53 – Lava Mãos utilizado nas instalações sanitárias dos dois edifícios	121
Figura 54 – Autoclismo de dupla descarga 6/3L	122
Figura 55 – Torneira das instalações sanitárias das habitações e comércio, respetivamente	122
Figura 56 – Torneiras com redutor de caudal e arejador	123
Figura 57 – Torneira da cozinha	123
Figura 58 – Torneira da base de chuveiro	123

Figura 59 – Máquina de Lavar Louça com classe energética A	124
Figura 60 – Janelas do edifício da Rua da Arménia	127
Figura 61 – Janela do edifício na Rua do Comércio do Porto	128
Figura 62 – Janelas altas da fachada do edifício da Rua do Comércio do Porto.....	134
Figura 63 – Janelas altas da fachada do edifício da Rua de Miragaia	134
Figura 64 – Janelas da fachada do edifício da Rua da Arménia	135
Figura 65 – Clarabóia da instalação sanitária do 3.º andar no edifício da Rua do Comércio do Porto	135
Figura 66 – Clarabóia da comunicação comum no edifício da Rua do Comércio do Porto	135
Figura 67 – Clarabóia da comunicação comum no edifício da Rua de Miragaia e Arménia	135
Figura 68 – Máquina de Lavar Louça e Frigorífico com classe energética A	146

Índice de Quadros

Quadro 1 – Número de fogos com necessidade de conservação (INE, 2012; AICCOPN, 2012).....	11
Quadro 2 – Principais problemas do parque habitacional edificado (adaptado de Dinis & Amado, 2011).....	17
Quadro 3 – Principais problemas do parque habitacional edificado (Cont.) (adaptado de Dinis & Amado, 2011).....	18
Quadro 4 – Princípios de conceção de edifícios sustentáveis (adaptado de Bragança, 2005; Pires & Bragança, 2011)	37
Quadro 5 – Princípios de conceção de edifícios sustentáveis (Cont.) (adaptado de Bragança, 2005; Pires & Bragança, 2011).....	38
Quadro 6 – Materiais utilizados nos edifícios (Cradle-to-Gate) (Retirado de: Sousa, 2012)	40
Quadro 7 – Tipos de rótulo/ declarações ambientais segundo a NP EN ISO 14020:2005 (Adaptado de Bonet, 2011).....	52
Quadro 8 – Sistemas de Registo de DAP's (Adaptado de Almeida et al., 2011)	55
Quadro 9 – Indicadores, parâmetros e categorias da metodologia SBTool ^{PT} – H (Mateus & Bragança, 2009)	58
Quadro 10 – Peso de cada parâmetro e categoria ambiental na quantificação do desempenho ambiental do edifício (Mateus & Bragança, 2009)	59
Quadro 11 – Peso de cada parâmetro e categoria social na quantificação do desempenho social do edifício (Mateus & Bragança, 2009).....	60
Quadro 12 – Peso de cada parâmetro económico na quantificação do desempenho económico do edifício (Mateus & Bragança, 2009).....	60

Quadro 13 - Peso de cada dimensão na quantificação do desempenho global do edifício (Nível de Sustentabilidade) (Mateus & Bragança, 2009).....	61
Quadro 14 – Funcionamento dos orifícios numa parede de trombe adaptado (Adaptado de Lanham et al., 2004).....	83
Quadro 15 – Materiais utilizados nos elementos construtivos dos edifícios em estudo	111
Quadro 16 – Materiais utilizados nos acabamentos dos edifícios em estudo	112
Quadro 17 – Dispositivos de água utilizados nos edifícios em estudo	120
Quadro 18 – Estratégias adotadas que promovem a iluminação natural nos edifícios em estudo.....	133
Quadro 19 – Estratégias adotadas que promovem a iluminação natural nos edifícios em estudo (Cont.)	134
Quadro 20 – Índices de Isolamento segundo o projeto acústico e o SBTool ^{PT} – H.....	137
Quadro 21 – Índices de Isolamento segundo o projeto acústico e o SBTool ^{PT} – H (Cont.)	138
Quadro 22 – Amenidades existentes para o estudo do edifício localizado na Rua do Comércio do Porto.....	141
Quadro 23 – Amenidades existentes para o estudo do edifício localizado na Rua de Miragaia	141

Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Evolução do nível de qualidade exigencial de um edifício (Taborda, 2010).....	7
Gráfico 2 – Reabilitações do edificado e construções novas para Habitação Familiar (INE, 2012).....	11
Gráfico 3 – Destino das obras de reabilitação (INE, 2012)	12
Gráfico 4 – Número de fogos concluídos para habitação (INE, 2012)	13
Gráfico 5 – Índice de fogos concluídos e licenciados (Censos 2011, INE)	13
Gráfico 6 – Pegada ecológica da Humanidade (WWF Portugal, 2012b)	33

"Temos a capacidade de salvar a nossa casa, protegendo o nosso planeta. Não só para o nosso próprio benefício, mas sobretudo, para as gerações vindouras. Nós temos as soluções. Todos podem fazer uma contribuição, fazendo as melhores escolhas na maneira como governar, produzir e consumir. Cuidar melhor do planeta está em nossas mãos."

André Kuipers para a WWF

1 Introdução

1.1 Objetivo

A presente dissertação, Sustentabilidade na Reabilitação Urbana, tem como objetivo principal a análise de todos os parâmetros da ferramenta SBTool^{PT}. H aplicado à reabilitação urbana, caso seja necessário serão propostas alterações à ferramenta de forma a ser possível analisar os seus parâmetros em intervenções de Reabilitação em Edifícios.

Assim, serão alvo de estudo dois edifícios reabilitados, cujas habitações se encontram em fase de utilização.

Como enquadramento ao tema, numa primeira fase será efetuada uma análise do estado atual e dos principais problemas do parque habitacional com objetivo de se perceber melhor como se encontra o património edificado português. Será ainda efetuada uma abordagem aos temas Construção Sustentável e Ciclo de Vida, como também a metodologias para avaliação do ciclo de vida do material ou do edifício.

Por fim apresenta-se, uma abordagem à ferramenta em estudo e às Tecnologias para a Construção Sustentável que se podem também aplicar a intervenções de Reabilitação em edifícios nos centros urbanos e históricos.

1.2 Organização do trabalho

A presente dissertação encontra-se dividida em sete capítulos, dos quais seis abordam a temática Sustentabilidade na Reabilitação Urbana.

No capítulo 1, são definidos os objetivos e a organização da dissertação.

No capítulo 2, estão definidos os conceitos utilizados ao longo do trabalho, e ainda os objetivos da legislação em vigor quanto à reabilitação e ao arrendamento urbano. Apresentam-se ainda alguns gráficos ilustrativos do estado atual do parque habitacional e os principais problemas do nosso edificado.

As dimensões da sustentabilidade e os princípios da construção sustentável são apresentados no capítulo 3. No mesmo capítulo, aborda-se o tema do ciclo de vida dos edifícios e materiais.

No capítulo 4, é apresentada a ferramenta SBTool^{PT}- H e as mais-valias para a reabilitação urbana da aplicação dos princípios da sustentabilidade.

Tendo em conta a orientação do edifício, no capítulo 5 apresentam-se algumas tecnologias solares passivas. A aplicação dos princípios da ferramenta nos dois casos práticos é apresentada no Capítulo 6.

No capítulo 7, são apresentadas as conclusões obtidas da aplicação dos princípios da sustentabilidade aos dois casos de estudo, entre outras.

2 Reabilitação Urbana em Portugal

2.1 Enquadramento

Segundo Aguiar et al., 2005, em Portugal existe desde há longos anos uma prática de restauro. Ela concentrava-se apenas sobre muito poucos monumentos de carácter histórico. Durante o Estado Novo desenvolveram-se diversas iniciativas de restauro de monumentos nacionais e edifícios de grande valor histórico. No entanto, a maioria dessas intervenções desenvolvia-se de forma descontextualizada.

Numa política de salvaguarda quase exclusiva dos monumentos, as intervenções urbanas desenvolvidas concentravam-se sobre algumas áreas urbanas privilegiadas, consideradas como “histórico-monumentais”, logo destinadas a ser preservadas tal como eram. No entanto, muitas destas intervenções levaram à destruição de alguns edifícios.

Após a II.^a Guerra Mundial desenvolveram-se diversos planos para renovação de importantes bairros históricos. Na tentativa de um urbanismo higienista e funcionalista, destruíram-se grande parte dos seus tecidos, como aconteceu, por exemplo, no Barredo, no Porto (Aguiar et al., 2005).

A opção política pela excepcionalidade da reabilitação urbana não apetrechou o país com os necessários instrumentos técnicos, administrativos, regulamentares e financeiros adequados a uma prática mais global da reabilitação, como sucedeu na maioria dos países europeus. Como é o caso da conhecida inadequação técnica e regulamentar do RGEU no que se refere a intervenções de conservação e de reabilitação (Citado em Aguiar et al., 2005).

O congelamento das rendas dos imóveis arrendados foi uma das medidas legais promovidas que levaram os proprietários, face à progressiva redução dos seus rendimentos no tempo, a

excluírem-se das suas obrigações de conservação dos edifícios arrendados. Esta medida provocou uma degradação acentuada do património e condicionou a recuperação de grande parte desse património habitacional.

No final dos anos 70 foi lançado o Programa para a Recuperação de Imóveis Degradados (PRID), em 1983 foi relançado com novos moldes, criando linhas de crédito para financiar a recuperação de imóveis habitacionais degradados.

Em 1985 surgiu o Programa de Reabilitação Urbana (PRU) que visava apoiar as autarquias locais através da prestação de apoio financeiro à reabilitação e provocando o surgimento de gabinetes técnicos dirigidos para o lançamento e gestão de processos de reabilitação urbana. Surgem assim os gabinetes técnicos locais (GTL's). Passados três anos, este programa foi relançado com novo nome e novos moldes, passando a chamar-se Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAUD), alargando o apoio à renovação urbana. O PRU e o PRAUD provocaram o surgimento de estruturas técnicas locais concentradas.

Também em 1988, é lançado o Regime especial de comparticipação na recuperação de imóveis arrendados (RECRIA) reconvertendo o PRID com vista a apoiar a execução de obras de conservação e recuperação de edifícios habitacionais degradados, cuja renda tenha sido objeto de correção extraordinária. Nesse ano surgiram muitas medidas legais, tais como, o decreto-lei n.º 499/88, que estabelece vantagens legais e fiscais para a constituição e atuação de sociedades de desenvolvimento regional, abrindo a possibilidade de promover operações de renovação e reabilitação urbana sob uma forma empresarial mista, envolvendo privados, associações e autarquias (Aguiar et al., 2005).

Em 1996 surge o decreto-lei n.º 105/96 de 31 de julho, que estabelece uma política ativa de recuperação ao abrigo do Regime de Apoio à Recuperação Habitacional em Áreas

Antigas (REHABITA) e em 2004 é criado um regime excecional de reabilitação urbana para as zonas históricas e áreas críticas de recuperação e reconversão urbanística, a desenvolver através das Sociedades de Reabilitação Urbana, Decreto-lei n.º 104/2004 de 7 de maio.

A 23 de outubro de 2009 foi publicado o decreto-lei n.º 307/2009 que estabelece o regime jurídico da reabilitação urbana (RJRU) em áreas de reabilitação urbana, revogando assim, o diploma das Sociedades de Reabilitação Urbana (Decreto-lei. n.º 104/2004).

O RJRU sofre a primeira alteração a 14 de agosto de 2012 através da lei n.º 32/2012. A respetiva lei aprova medidas destinadas a agilizar e a dinamizar a reabilitação urbana, *flexibilizando e simplificando os procedimentos de criação de áreas de reabilitação urbana, criando um procedimento simplificado de controlo prévio de operações urbanísticas e regulando a reabilitação urbana de edifícios ou frações, ainda que localizados fora das áreas de reabilitação urbana, cuja construção tenha sido concluída há pelo menos 30 anos e em que se justifique uma intervenção de reabilitação destinada a conferir-lhe adequadas características de desempenho e de segurança* (Lei n.º 32/2012).

2.2 Património edificado

2.2.1 Conceitos

Ao longo deste trabalho irão ser utilizados diversos conceitos, cuja definição poderá levar a diversas interpretações. Por esta razão é necessário esclarecer alguns conceitos, como por exemplo, Reabilitação e Conservação.

Com o tempo os edifícios vão envelhecendo, e muitas vezes a abordagem que é feita do comportamento/desempenho de um edifício em fase de utilização é globalizante, ou seja, o edifício é encarado como um todo e desta forma comparado a um edifício padrão (edifício novo). No entanto, o ideal seria analisarem desempenhos e não fazerem-se comparações a partir do mesmo edifício novo ou a solução ideal numa dada data (Taborda, 2010).

Assim, um dos aspetos mais evidentes do comportamento de um edifício é o seu envelhecimento e a degradação que a este está associada. Existem diversos fatores que levam à degradação do edifício, tais como o uso corrente, as ações naturais e acidentais, desajusto funcional, o nível exigencial e a sua evolução ao longo do período de vida útil (Taborda, 2010).

Se um edifício ao longo do tempo de vida útil não sofrer qualquer tipo de intervenção de conservação ou manutenção, irá degradar-se e o nível de qualidade exigencial irá diminuir aproximando-se do limite da insatisfação, como podemos observar no gráfico 1. Assim, o limite da insatisfação representa o limite em que o índice de qualidade é tão baixo que, para além de não permitir a sua utilização, é economicamente inviável qualquer tipo de intervenção, exceto a sua demolição (correspondente ao ponto 7 do gráfico 1).

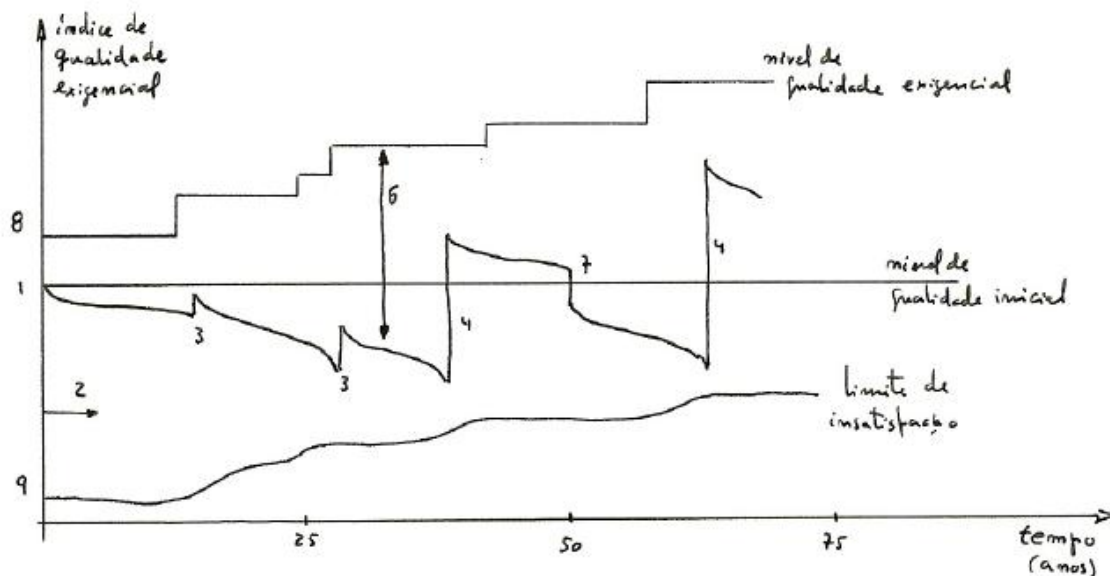


Gráfico 1 – Evolução do nível de qualidade exigencial de um edifício (Taborda, 2010)

Ao longo da vida útil do edifício, este deve ser alvo de diversas intervenções para que mantenha, pelo menos, o seu nível de qualidade inicial (correspondente ao ponto 1 do gráfico 1). Existem vários tipos de intervenções que dependem do nível de qualidade em que se encontra o edifício. Para que o edifício não atinja um elevado estado de degradação e mantenha o seu nível de qualidade deve ser feita periodicamente uma intervenção de **manutenção**, ou seja, evitar aparecimento de manifestações patológicas. Este tipo de intervenção é feito aos elementos secundários e equipamentos. Ao contrário da manutenção, a **conservação** resulta num aumento imediato da qualidade, sem contudo repor o nível inicial e destina-se a eliminar uma determinada manifestação patológica (correspondente ao ponto 3 do gráfico 1) (Taborda, 2010).

Segundo a *carta de Lisboa sobre reabilitação urbana integrada*, define-se **reabilitação urbana** como uma estratégia de gestão urbana que procura requalificar a cidade existente através de intervenções múltiplas destinadas a valorizar as potencialidades sociais, económicas e funcionais a fim de melhorar a qualidade de vida das populações residentes (IGESPAR, 2012).

As intervenções em edifícios podem-se resumir a três tipos:

- Reabilitação;
- Requalificação;
- Restauro.

Segundo RJRU entende-se por **reabilitação de edifícios** a forma de intervenção destinada a conferir adequadas características de desempenho e de segurança funcional, estrutural e construtiva a um ou vários edifícios, às construções funcionalmente adjacentes incorporadas no seu logradouro, bem como às frações eventualmente integradas nesse edifício. A **reabilitação** confere ao edifício um nível de qualidade superior ao inicial de acordo com as exigências atuais (correspondente ao ponto 4 do gráfico 1) (Decreto-Lei n.º 307/2009; Taborda, 2010).

A **requalificação urbana** aplica-se sobretudo a locais funcionais da “habitação”, tratando-se de operações destinadas a dar uma nova atividade adaptada a esse local e no contexto atual, ou seja, requalifica-se o espaço dando-lhe um novo uso (IGESPAR, 2012).

O **restauro** é uma intervenção que tem por objetivo a conservação e consolidação de uma construção, assim como a preservação ou reposição da totalidade ou parte da sua conceção original.

A **revitalização urbana** engloba operações destinadas a relançar a vida económica e social de uma parte da cidade em decadência. Esta noção, próxima da reabilitação urbana, aplica-se a todas as zonas da cidade, ou seja, zonas históricas, zonas classificadas ou não, sempre com o objetivo de revitalizar os espaços, edifícios e infraestruturas no todo (IGESPAR, 2012).

Qualquer uma destas intervenções está sujeita à realização de obras que podem assumir as formas apresentadas na Figura 1.



Figura 1 – Tipos de obras numa intervenção (adaptado: Taborda, 2010)

Não faz sentido, reabilitar um edifício no centro histórico, sem pensarmos no global (edifício e espaço envolvente) pois o objetivo é trazer a população para zonas que com o tempo foram ficando desertificadas devido à degradação e envelhecimento dos edifícios dando assim vida aos locais que marcam a história das cidades, ou seja, revitalizar a zona. Para que isto aconteça, para além da reabilitação dos edifícios, deve-se reabilitar a zona envolvente, como as infraestruturas rodoviárias, os esgotos e os espaços verdes de utilização coletiva através de um conjunto de obras. A este tipo de intervenção dá-se o nome de **Reabilitação Urbana** que segundo o Regime Jurídico da Reabilitação Urbana corresponde a uma intervenção integrada sobre o tecido urbano existente, em que o património urbanístico e imobiliário é mantido, no todo ou em parte substancial, e modernizado através da realização de obras de remodelação ou beneficiação dos sistemas de infraestruturas urbanas, dos equipamentos e dos espaços urbanos ou verdes de utilização coletiva e de obras de construção, reconstrução, ampliação ou demolição dos edifícios (Decreto-Lei n.º 307/2009).

2.2.2 Estado atual do parque habitacional

Em Portugal, ao longo de muitas décadas, sempre houve a tendência para construção de novos edifícios, bem como para grandes obras de engenharia, e uma despreocupação para a manutenção e reabilitação dos mesmos, como podemos verificar no estado de degradação do edificado nos centros históricos das nossas cidades (Dinis & Amado, 2011). A “baixa” do Porto é um exemplo onde grande parte do edificado se encontra degradado e sem condições de habitabilidade.



Figura 2 – Estado atual da baixa do Porto, 2013

Em Portugal, um país com cerca de 10,55 milhões de habitantes e 5.870.991 fogos distribuídos por 3.550.823 edifícios, espalhados pelo território de forma heterogénea, mas coincidente com a distribuição da população, ou seja, com especial incidência na faixa litoral e nas grandes áreas metropolitanas (Pires & Bragança, 2011), seria de esperar este estado de saturação do mercado imobiliário. Dos 5.870.991 fogos, 34% tem necessidade de conservação, onde destes, 4% encontra-se em elevado estado de degradação, como podemos verificar no Quadro 1.

Habitantes:	10,55 Milhões	
Famílias:	4,08 Milhões	
Fogos (Total):	5.879.991	100%
Com necessidades de Conservação	1.986.532	34%
Pequena	1.166.933	20%
Média	484.286	8%
Grande	217.689	4%
Muito grande	117.624	2%
Peso da reabilitação:		
Portugal	6,50%	
Europa	36,80%	

Quadro 1 – Número de fogos com necessidade de conservação (INE, 2012; AICCOPN, 2012)

De acordo com a AICCOPN, o peso da reabilitação urbana na construção é de apenas 6,5%, enquanto a média na União Europeia é de 36%. No entanto, a Reabilitação tem vindo a ganhar “espaço”, como podemos verificar no seguinte Gráfico 2 e de acordo com os dados do INE (INE, 2012; AICCOPN, 2012).

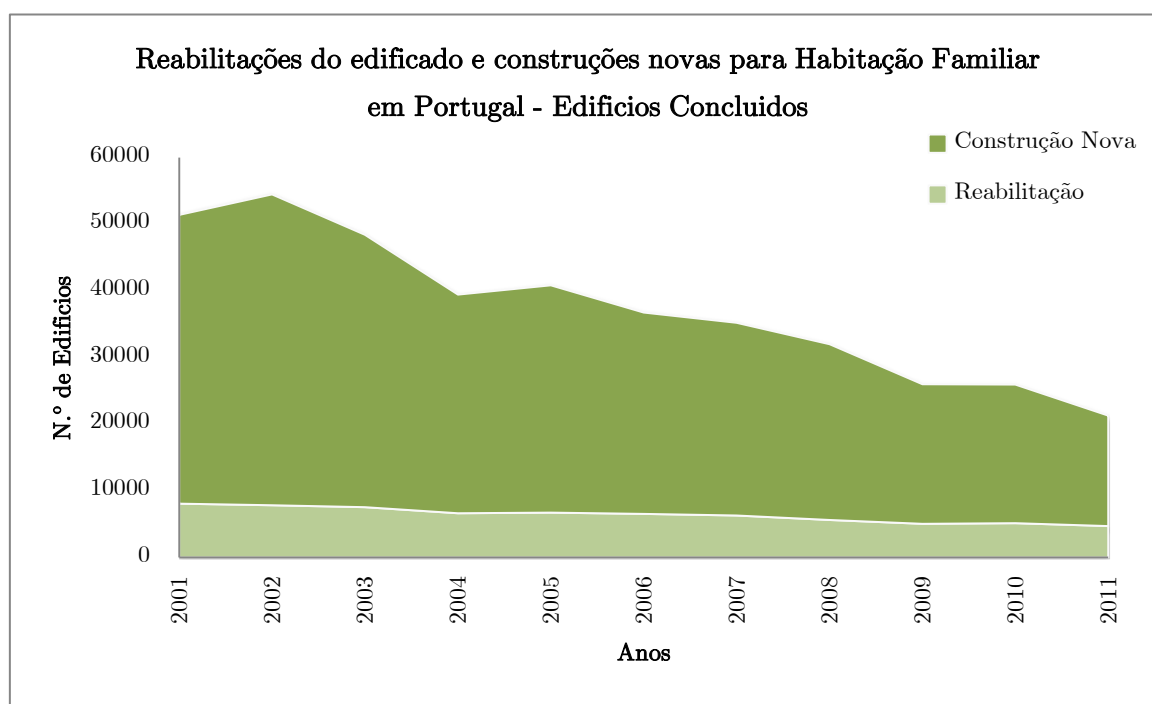


Gráfico 2 – Reabilitações do edificado e construções novas para Habitação Familiar (INE, 2012)

Segundo o INE, a proporção da reabilitação face à construção nova tem registado um crescimento médio anual de 5% na última década. Em 2011 foram concluídos 27 790 edifícios em Portugal, sendo que destes 6 930 correspondiam a obras de alteração, ampliação e reconstrução, o que significa que cerca de 25% das obras concluídas respeitam à reabilitação do edificado. Das 6920 obras concluídas, 44,6% correspondem a obras destinadas ao comércio e 37,9% à indústria, sendo a menor fatia para a habitação (ver Gráfico 3) (INE, 2012).

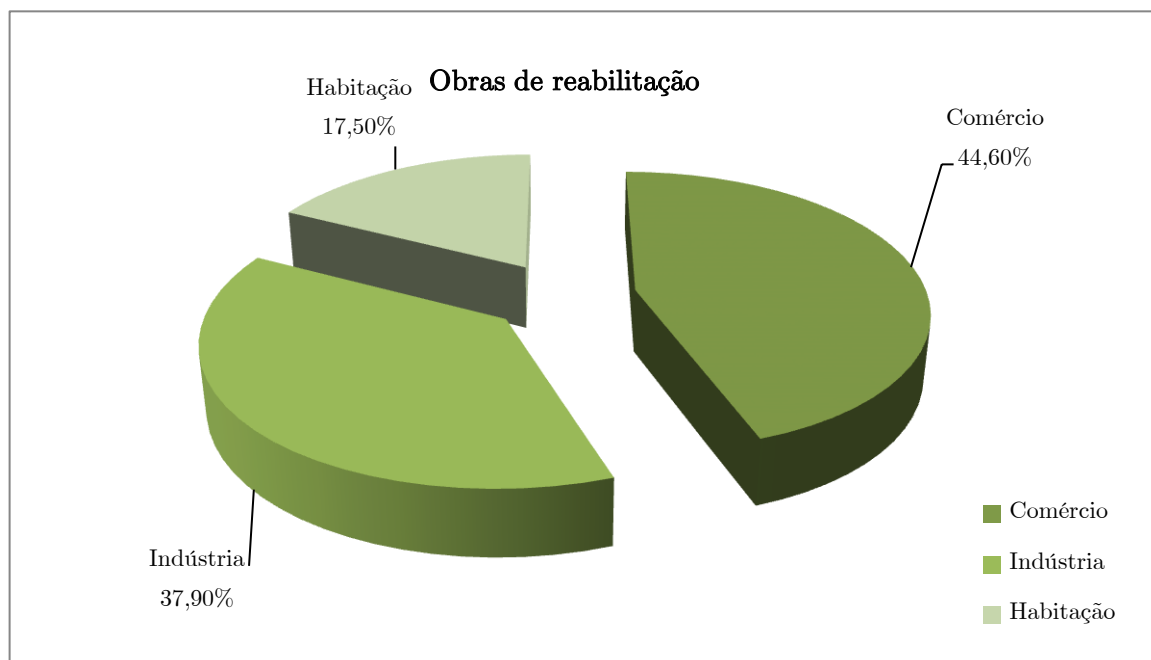


Gráfico 3 – Destino das obras de reabilitação (INE, 2012)

Atualmente, a situação está a mudar, talvez devido à crise económica que estamos a atravessar, o número de fogos para habitação concluídos em 2011 foi de cerca de 37195, diminuindo cerca de 32,3 % em comparação com o ano 2000 (111747 fogos concluídos) (INE, 2012).

É importante que a taxa de reabilitação aumente, para que o número de demolições se torne inferior ao número de reconstruções e assim a percentagem de edifícios antigos não diminua mais, pois a sua demolição contribui para progressiva descaracterização e desvalorização do nosso património habitacional (Dinis & Amado, 2011).

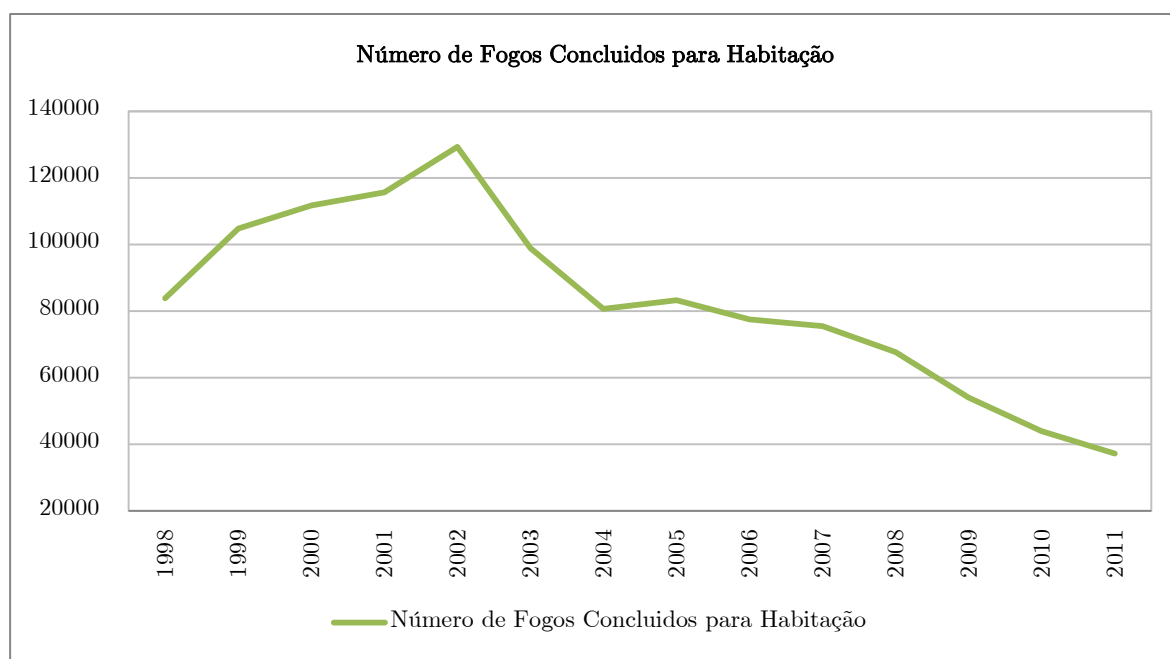


Gráfico 4 – Número de fogos concluídos para habitação (INE, 2012)

Para além da queda acentuada do número de fogos para habitação concluídos, o número de licenciamentos também estão em queda, Gráfico 4 e 5.

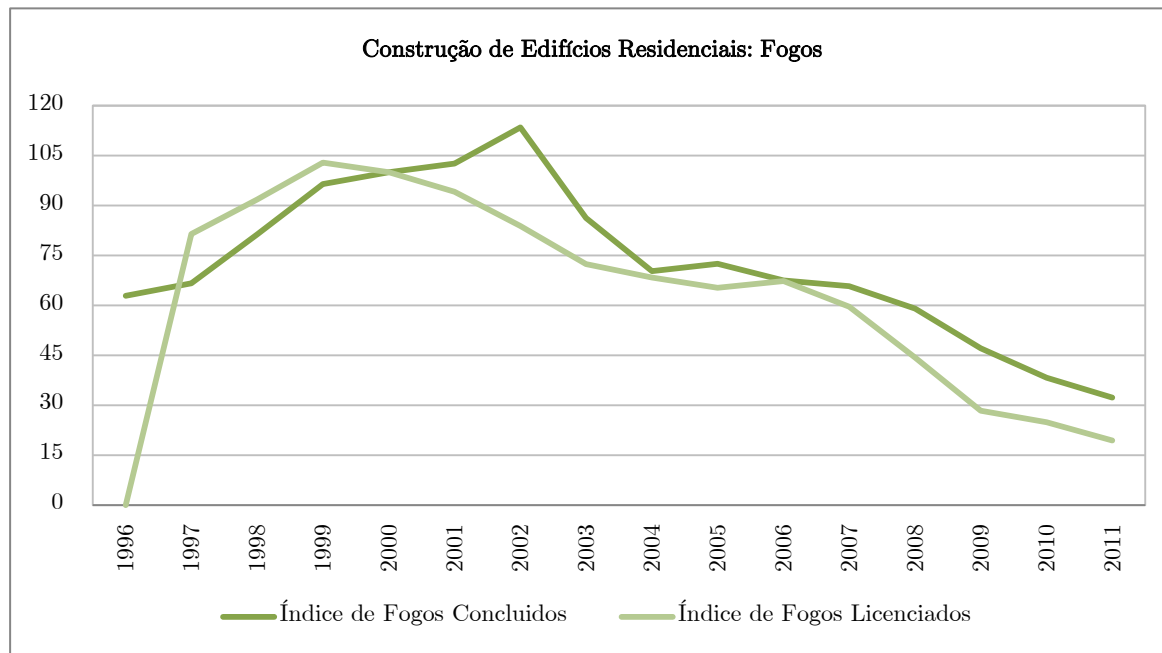


Gráfico 5 – Índice de fogos concluídos e licenciados (Censos 2011, INE)

Perante estes dados e o panorama traçado, *“poder-se-á afirmar que uma nova necessidade de reorientação se avizinha ao nível da habitação, pelo que na ausência de carências quantitativas importa transitar para o incremento do aumento da qualidade, direccionando e orientando as ações da construção para reabilitação e requalificação do parque habitacional edificado, substituindo gradualmente a nova construção”* (Pires & Bragança, 2011) e assim diminuir a degradação contínua do património edificado (Dinis & Amado, 2011).



Figura 3 – Elevado estado de degradação do nosso parque edificado

2.2.3 Principais problemas do parque habitacional e os edifícios construídos após o 25 de Abril de 1974

O nosso parque habitacional edificado encontra-se fortemente deteriorado, com problemas graves a níveis de segurança, bem como, ao nível da eficiência energética, da eficiência hídrica e do conforto ambiental (Dinis & Amado, 2011).



Figura 4 – Problemas de infiltração em edifício no Porto

Em 1983 nascem dois grandes regulamentos que mudam o panorama português quanto à regulamentação no sector da construção, o Regulamento de Segurança e Ações para estruturas de edifícios e pontes (RSA) e o Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforço (REBAP).

De acordo com o LNEC, a 31 de Maio surge o RSA que atualiza a regulamentação portuguesa face a estruturas de edifícios e pontes. Trata-se de um documento essencial para a verificação da segurança das estruturas construídas com diversos materiais. Este regulamento tem por base as orientações que constam das *Règles Unifiées Communes aux Différents Types d'Ouvrages et de Matériaux*, publicadas em 1978 pelo Comité Européen du Béton (CEB), e desenvolvidas pelo *Joint Committee on Structural Safety* (JCSS), criado para o efeito por iniciativa do CEB em 1971.

Este documento encontra-se dividido em duas partes, uma relativa aos critérios gerais de segurança e uma outra relativa à quantificação das ações, incluindo os sismos. É assim, revogado o RSEP-61/76 bem como os artigos ainda vigentes do RPM-29/58, considerados tecnicamente desenquadrados e desatualizados da nova regulamentação (Pipa, 2009). De forma a compatibilizar o projeto de estruturas de betão com a filosofia de segurança consignada pelo RSA, é constituído o REBAP a 30 de Julho, sendo revogado o REBA-67/76. O REBAP segue as orientações do *Code modèle CEB-FIP pour les structures en béton* e aplica-se a estruturas de betão armado e de betão pré-esforçado (Pipa, 2009). É desta forma que Portugal enquadra-se em termos regulamentares a nível internacional.

Os edifícios construídos após o 25 de Abril, época onde nascem alguns regulamentos, tais como, o Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado (REBAP) e o Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes (RSA), são edifícios que hoje se encontram com graves problemas de resistência e deformação talvez devido a má aplicação e interpretação dos regulamentos. Para além da má execução do projeto e a falta de fiscalização e manutenção, que assim levou a este cenário (Figura 4 e 5).



Figura 5 – Falta de recobrimento na armadura em fachada, Porto

Além das causas e problemas referidos anteriormente, nos quadros seguintes, apresentam-se os principais problemas nos edifícios de habitação, bem como as causas mais frequentes que os provocam (Dinis & Amado, 2011):

Principais problemas do parque habitacional edificado – Causas frequentes	
Humidades:	
	Insuficiente isolamento térmico e deficiente aquecimento nos períodos frios;
	Materiais de elevada capilaridade;
	Inexistência ou deficiente posicionamento de barreiras estanques nas paredes;
	Ventilação insuficiente;
	Erros de projeto e conceção;
	Falta de manutenção (causas fortuitas).
Deficiente qualidade do ar:	
	Condições de ventilação deficientes (compartimentos sem aberturas de admissão de ar e permeabilidade de caixilharias e caixas de estore insuficiente);
	Compartimentos com volumes reduzidos;
	Compartimentos sem janelas ou com janelas com dimensões reduzidas;
	Conduatas de evacuação de ar mal dimensionadas;
	Utilização de materiais com emissões poluentes.
Insuficiente qualidade térmica:	
	Envolvente opaca com isolamento térmico insuficiente;
	Envolvente opaca com isolamento térmico mal posicionado;
	Baixo desempenho térmico e área reduzida de vãos envidraçados;
	Proteções solares inadequadas ou inexistentes;
	Ventilação incorreta.

Quadro 2 – Principais problemas do parque habitacional edificado (adaptado de Dinis & Amado, 2011)

Principais problemas do parque habitacional edificado – Causas frequentes (Cont.)
Insuficiente qualidade acústica:
Falta de cumprimento da legislação;
Deficiente isolamento a sons de percussão providenciado pelos pavimentos;
Deficiente isolamento a sons aéreos assegurado pelas fachadas;
Insuficiente isolamento de paredes entre fogos adjacentes.
Condições de iluminação inadequadas:
- Iluminação natural
Obstrução à luz natural por parte de edifícios fronteiros;
Orientações desfavoráveis dos vãos envidraçados;
Inadequação das características dos vãos envidraçados (dimensão e forma, localização, dispositivos de sombreamento ineficazes, entre outros);
Compartimentos, com aberturas para o exterior, demasiado profundos;
- Iluminação artificial
Insuficiente iluminação natural;
Ineficiência energética dos equipamentos de iluminação.
Equipamentos:
Equipamentos com elevados consumos energéticos;
Falta de manutenção de equipamentos.
Consumo excessivo de água:
Ineficiência hídrica dos equipamentos (autoclismos, chuveiros e torneiras);
Inadequada seleção de materiais;
Não reutilização de águas pluviais e cinzentas.
Falta de durabilidade dos materiais:
Materiais de reduzida durabilidade;
Erros de projeto e incorreta aplicação;
Falta de manutenção.

Quadro 3 – Principais problemas do parque habitacional edificado (Cont.) (adaptado de Dinis & Amado, 2011)

2.3 Centros Urbanos e Históricos

2.3.1 Sociedades Reabilitação Urbana (SRU)

A degradação das condições de habitabilidade, de salubridade e de segurança de significativas áreas urbanas impõe uma intervenção urgente do Estado, de forma a inverter esta tendência. Com isto, a 7 de maio de 2004 entra em vigor o decreto-lei n.º 104/2004 que regula o regime jurídico excecional da reabilitação urbana de **zonas históricas** e de **áreas críticas de recuperação e reconversão urbanística** (ACRRU). Estas zonas são assim declaradas nos termos do artigo 41º da Lei dos Solos (D.L. n.º 794/76 de 5 de novembro).

Entende-se por zonas históricas as como tal classificadas em plano municipal de ordenamento do território. Na falta deste plano ou sendo omissos, as zonas históricas são delimitadas por deliberação da assembleia municipal.

Para promover a reabilitação urbana de zonas históricas e de áreas críticas de recuperação e reconversão urbanística, os municípios podem criar empresas municipais de reabilitação urbana nas quais detenham a totalidade do capital. Em caso excecional de interesse público, a reabilitação urbana poderá competir a sociedades anónimas de capitais exclusivamente públicos com a participação municipal e estatal (D. L. n.º 104/2004).

Compete às sociedades de reabilitação urbana, segundo o decreto-lei n.º 104/2004:

- Licenciar e autorizar operações urbanísticas;
- Expropriar os bens imóveis e os direitos a eles inerentes destinados à reabilitação urbana, bem como construir servidões administrativas para os mesmos fins;
- Proceder a operações de realojamento;
- Fiscalizar as obras de reabilitação.

Em 2009 foi publicado o Novo Regime Jurídico da Reabilitação Urbana (D.L. n.º 307/2009), tendo sido revogado o regime jurídico excecional da reabilitação urbana de **zonas históricas** e de **áreas críticas de recuperação e reconversão urbanística** (D.L. n.º 104/2004).

Ao abrigo destes regulamentos, foram criadas diversas Sociedades de Reabilitação Urbana (SRU) com o objetivo de promover a reabilitação dos nossos centros históricos de forma a recuperar as características que tanto os definem. São exemplo, SRU Porto Vivo, SRU Viseu Novo, SRU Coimbra Viva, SRU Lezíria do Tejo, SRU Gaia, etc. As três primeiras são participadas pelo estado (IHRU,2012).

A cidade do Porto em 40 anos perdeu 50% da sua população, em 20 anos cerca de 50.000 habitantes, tem um índice de envelhecimento elevado, uma elevada percentagem de reformados e pensionistas, uma taxa de desemprego superior a 10% e rendas muito baixas (80% no centro histórico dos quais 50% na coroa central). O Porto tem 18.000 edifícios, onde 30% foram construídos antes de 1919 e de igual valor a 1945. Dos 47.000 alojamentos, cerca de 10.000 encontram-se devolutos. Percebe-se assim, porque é que a cidade encontra-se desertificada e com o parque habitacional degradado.

Com todo este cenário, a 27 de Novembro de 2004 é criada a Sociedade de Reabilitação Urbana Porto Vivo, com o objetivo de promover a reabilitação e reconversão do património degradado da Área Crítica de Recuperação e Reconversão Urbanística do concelho do Porto (ACRRU). Cabe também, à Porto Vivo, SRU o papel de orientar o processo, elaborar a estratégia de intervenção e atuar como mediador entre proprietários e investidores, entre proprietários e arrendatários e em caso de necessidade, tomar a seu cargo a operação de reabilitação, com os meios legais de que dispõe (Porto Vivo - SRU, 2013).

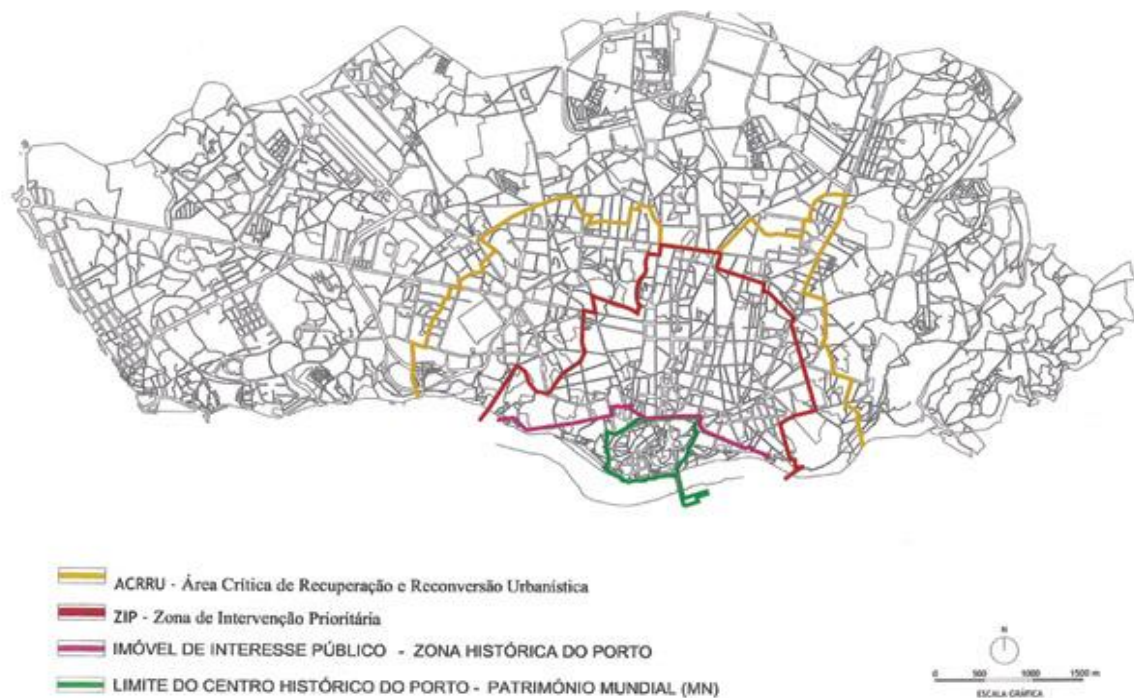


Figura 6 – Limites geográficos com interesse para Reabilitação Urbana no Porto (Porto Vivo – SRU, 2013)

Dos 1000 hectares da ACRRU que a Sociedade de Reabilitação Urbana, Porto Vivo tem a seu cargo, foi delimitada uma Zona de Intervenção Prioritária (ZIP) com uma área menor onde será concentrado o esforço da reabilitação urbana. Como identificada no mapa acima, Figura 6, esta área com cerca de 500 hectares, tem como limites extremos: a sul, o rio Douro, a norte, a Praça do Marquês/Constituição, a oeste, a Rua da Restauração/Carvalhosa e, a leste, o Bonfim. Engloba a Baixa tradicional, o Centro Histórico do Porto (classificado como Património da Humanidade), e áreas substanciais das freguesias do Bonfim, Santo Ildefonso, Massarelos e Cedofeita, correspondentes ao crescimento da cidade nos séculos XVIII e XIX (Porto Vivo – SRU, 2013).

2.3.2 Áreas de Reabilitação Urbana (ARU)

Segundo a Lei n.º 32/2012 de 14 de agosto, entende-se por **área de reabilitação urbana (ARU)** a área territorialmente delimitada que, em virtude da insuficiência, degradação ou obsolescência dos edifícios, das infraestruturas, dos equipamentos de utilização coletiva e dos espaços urbanos e verdes de utilização coletiva, designadamente no que se refere às suas condições de uso, solidez, segurança, estética ou salubridade, **justifique uma intervenção integrada**. Estas áreas podem abranger, designadamente, áreas e centros históricos, património cultural imóvel classificado ou em vias de classificação e respetivas zonas de proteção, áreas urbanas degradadas ou zonas urbanas consolidadas (Art.º 12 – Lei n.º 32/2012).

A **reabilitação urbana em áreas de reabilitação urbana** é promovida pelos municípios, resultando da aprovação da delimitação de áreas de reabilitação urbana e da operação de reabilitação urbana a desenvolver nas áreas delimitadas através de instrumento próprio ou através da aprovação de um plano de pormenor de reabilitação urbana. Estas podem ser aprovadas simultaneamente ou em primeiro lugar, aprovada a delimitação das áreas de reabilitação urbana e posteriormente a operação de reabilitação urbana a desenvolver nessas áreas. A cada área de reabilitação urbana corresponde uma operação de reabilitação urbana (Art.º 7 – Lei n.º 32/2012).

A delimitação das áreas é da competência da assembleia municipal, sob proposta da câmara municipal. Esta pode, no entanto, solicitar a uma entidade gestora a elaboração da proposta de delimitação de uma área de reabilitação urbana devidamente fundamentada e que deve conter:

- A memória descritiva e justificativa, que inclui os critérios subjacentes à delimitação da área abrangida e os objetivos estratégicos a prosseguir;

- A planta com delimitação da área abrangida;
- O quadro dos benefícios fiscais associados aos impostos municipais.

Podem revestir a qualidade de entidade gestora o município ou uma empresa do setor empresarial local. No entanto, quando a empresa do setor empresarial local tem por objeto social exclusivo a gestão de operações de reabilitação urbana, adota a designação de sociedade de reabilitação urbana (Art.º 10 – Lei n.º 32/2012).

2.3.3 Operações de Reabilitação Urbana

Existem dois tipos de operações de reabilitação: a simples e a sistemática. No primeiro caso, designado “operação de reabilitação urbana simples”, trata-se de uma intervenção essencialmente dirigida à reabilitação do edificado, tendo como objetivo a reabilitação de uma área. No segundo caso, é acentuada a vertente integrada da intervenção, dirigindo-se à reabilitação do edificado e à qualificação das infraestruturas, dos equipamentos e dos espaços verdes e urbanos de utilização coletiva, com os objetivos de requalificar e revitalizar o tecido urbano (Art.º 8 – Lei n.º 32/2012).

De acordo com o artigo 16.º, as operações de reabilitação urbana são aprovadas através de instrumento próprio ou de plano de pormenor de reabilitação urbana, que contém (Art.º 16 – Lei n.º 32/2012):

- A definição do tipo de operação de reabilitação urbana, e
- A estratégia de reabilitação urbana ou o programa estratégico de reabilitação urbana, consoante a operação de reabilitação urbana seja simples ou sistemática.

2.3.4 Estratégia de Reabilitação Urbana

As ações de reabilitação tendentes à execução de uma operação de reabilitação urbana simples devem ser realizadas, preferencialmente pelos respetivos proprietários e titulares de outros direitos, ónus e encargos (Art.º 29 – Lei n.º 32/2012). As operações de reabilitação urbana simples são orientadas por uma estratégia de reabilitação.

Este documento deve conter as seguintes matérias (Art.º 30 – Lei n.º 32/2012):

- Apresentar as opções estratégicas de reabilitação da área de reabilitação urbana, compatíveis com as opções de desenvolvimento do município;
- Estabelecer o prazo de execução da operação;
- Definir as propriedades e especificar os objetivos a prosseguir na execução da operação;
- Determinar o modelo de gestão da área de reabilitação urbana e de execução da respetiva operação;
- Apresentar um quadro de apoios e incentivos às ações de reabilitação executadas pelos proprietários e demais titulares de direitos e propor soluções de financiamento das ações de reabilitação;
- Explicitar as condições de aplicação dos instrumentos de execução de reabilitação urbana;
- Identificar, caso o município não assuma diretamente as funções de entidade gestora da área de reabilitação urbana, quais os poderes delegados na entidade gestora;
- Mencionar, se for o caso, a necessidade de elaboração, revisão ou alteração do plano de pormenor de reabilitação urbana e definir os objetivos específicos a prosseguir através do mesmo.

2.3.5 Programa de Reabilitação Urbana

As intervenções tendentes à execução de uma operação de reabilitação urbana sistemática devem ser ativamente promovidas pelas respetivas entidades gestoras (Art.º 31 – Lei n.º 32/2012). A aprovação de uma operação de reabilitação sistemática constitui causa de utilidade pública para efeitos da expropriação ou da venda forçada dos imóveis existentes na área abrangida, bem como da constituição sobre os mesmos das servidões, necessárias à execução da operação de reabilitação urbana (Art.º 32 – Lei n.º 32/2012).

As operações de reabilitação urbana sistemáticas são orientadas por um programa estratégico de reabilitação.

Este programa deve conter as seguintes informações (Art.º 32 – Lei n.º 32/2012):

- Apresentar as opções de reabilitação e de revitalização da área de reabilitação, compatíveis com as opções de desenvolvimento do município;
- Estabelecer o prazo de execução da operação de reabilitação urbana;
- Definir as prioridades e especificar os objetivos a prosseguir na execução da operação de reabilitação urbana;
- Estabelecer o programa da operação de reabilitação urbana, identificando as ações estruturantes de reabilitação urbana a adotar, distinguindo, nomeadamente, as que têm por objeto os edifícios, as infraestruturas urbanas, os equipamentos, os espaços urbanos e verdes de utilização coletiva e as atividades económicas;
- Determinar o modelo de gestão da área de reabilitação urbana e de execução da respetiva operação de reabilitação urbana;
- Apresentar um quadro de apoios e incentivos às ações de reabilitação executadas pelos proprietários e demais titulares de direitos e propor soluções de financiamento das ações de reabilitação;

- Descrever um programa de investimento público onde se discriminem as ações de iniciativa pública necessária ao desenvolvimento da operação;
- Definir o programa de financiamento da operação de reabilitação urbana que deve incluir uma estimativa dos custos totais da execução da operação e a identificação das fontes de financiamento;
- Identificar, caso não seja o município a assumir diretamente as funções de entidade gestora da área de reabilitação urbana, quais os poderes que são delegados na entidade gestora, no caso de serem assumidas por uma sociedade de reabilitação urbana, quais os poderes que não se presumem delegados;
- Mencionar, se for o caso, a necessidade de elaboração, revisão ou alteração do plano de pormenor de reabilitação urbana e definir os objetivos específicos a prosseguir através do mesmo.

O programa estratégico de reabilitação urbana pode prever unidades de execução ou intervenção da operação de reabilitação urbana e definir os objetivos específicos a prosseguir no âmbito de cada uma delas (Art.º 33 – Lei n.º 32/2012).

No âmbito das operações de RU sistemáticas em áreas de reabilitação urbana que correspondem à área de intervenção de plano de pormenor de reabilitação urbana podem ser delimitadas unidades de execução. Quando as operações são aprovadas em instrumento próprio, podem ser delimitadas unidades de intervenção, que consistem na fixação em planta cadastral dos limites físicos do espaço urbano a sujeitar a intervenção, com identificação de todos os prédios abrangidos, podendo corresponder à totalidade ou a parte da área abrangida por aquela operação ou, em casos de particular interesse público, a um edifício (Art.º 34 – Lei n.º 32/2012).

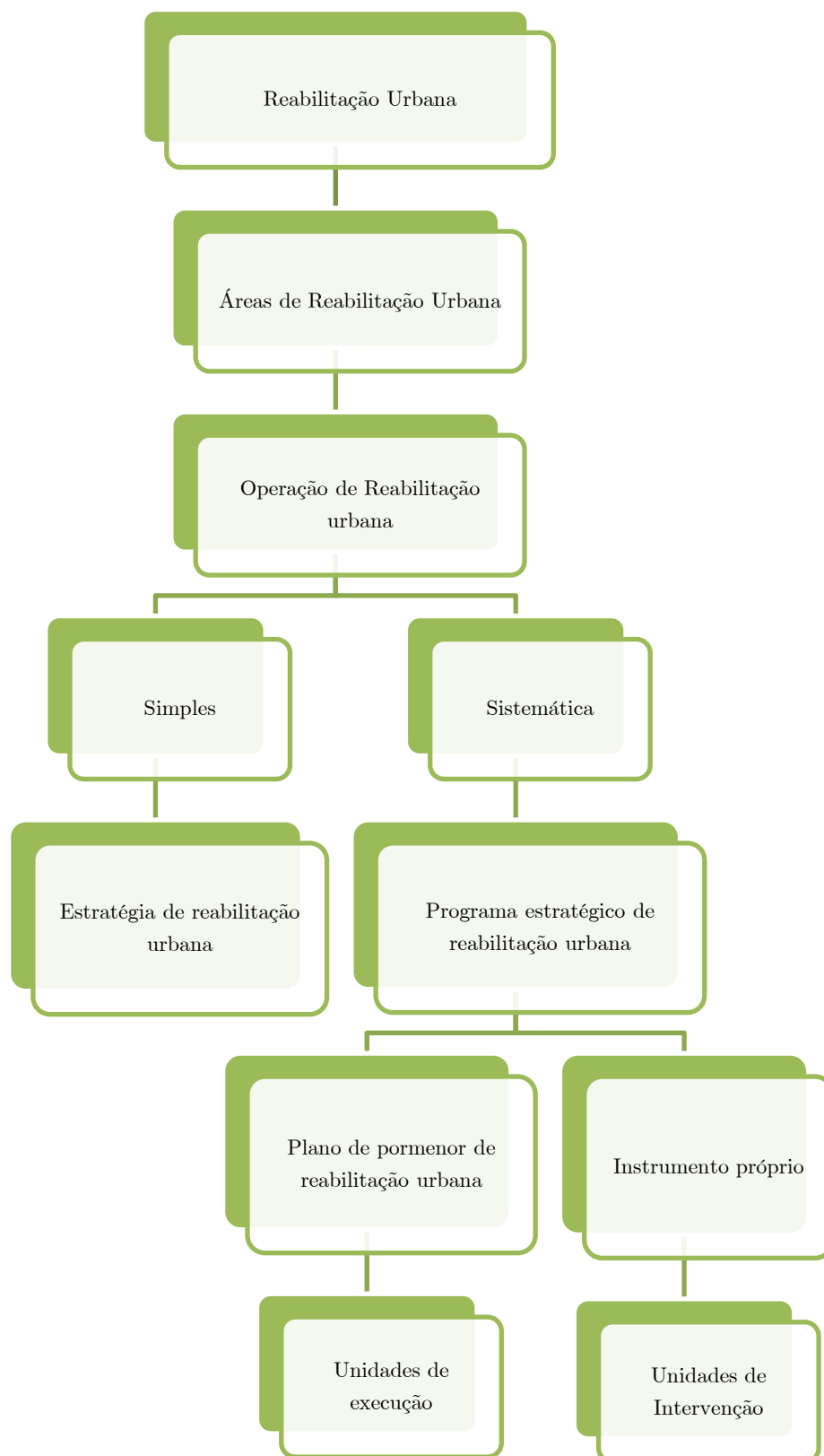


Figura 7 – Organograma resumo das fases para a reabilitação urbana segundo o RJRU

2.4 Futuro da Reabilitação Urbana

2.4.1 Enquadramento

O congelamento das rendas, que já dura há dezenas de anos, levou à degradação dos edifícios nos centros urbanos, bem como ao envelhecimento e à desertificação. Em paralelo a esta degradação, o nosso parque habitacional tem vindo a crescer ao longo dos últimos 30 anos, sempre com a construção de edifícios novos o que levou a população mais jovem a deslocar-se para as periferias das cidades, deixando a população mais envelhecida nos centros históricos. Associada a esta deslocação está também o acesso fácil ao crédito que facilitou a aquisição de casa própria. Em 2011 cerca de 76% dos portugueses eram donos da sua própria habitação, enquanto em 1981 eram apenas 57%, segundo os Censos 2011.

Hoje, devido à crise económica que estamos a passar no nosso país, o difícil acesso ao crédito e o elevado custo das habitações são alguns fatores que impedem as famílias de adquirirem casa própria, o que leva à opção do arrendamento. No entanto, não existe um mercado de arrendamento em quantidade e a preços acessíveis, o que constitui um problema. Existem claramente condicionantes ao crescimento do segmento da reabilitação do parque habitacional, não existindo uma relação direta entre o desenvolvimento deste segmento e as necessidades (Dinis & Amado, 2011).

Em suma, segundo Aguiar et al., 2006 (Citado em Dinis & Amado, 2011) existem alguns aspetos que têm condicionado o crescimento do segmento da reabilitação:

- A forte emigração para as grandes cidades e êxodo rural, que não potenciam o investimento na reabilitação;
- O estrangulamento do mercado de arrendamento;
- A forte tradição nacional de valorização da habitação;

- A ideia generalizada que a reabilitação do património implica um significativo investimento financeiro por parte do proprietário.

No entanto, já existem hoje sinais positivos de mudança, com o lançamento de medidas por parte do governo com o objetivo de contribuir para a reabilitação urbana, a motivação crescente das câmaras municipais, uma maior sensibilização dos cidadãos em relação à qualidade de vida urbana e à conservação do património e uma maior receptividade do setor da construção para esta área de atividade, que ainda se encontra muito afastada da média europeia, tendo assim um forte potencial de crescimento (Paiva, 2009).

Assim, a revisão dos regulamentos da reabilitação urbana e do arrendamento urbana serão a base para dinamizar o mercado do arrendamento e a reabilitação urbana, o futuro da construção em Portugal (Governo de Portugal, 2012).

2.4.2 Regime Jurídico da Reabilitação Urbana

O Decreto-Lei n.º 307/2009 de 23 de outubro estabelece o regime jurídico da reabilitação urbana, que surge da necessidade de encontrar soluções para cinco grandes desafios que se colocam à reabilitação urbana. São eles:

- 1) Articular o dever de reabilitação dos edifícios que incumbe aos privados com a responsabilidade pública de qualificar e modernizar o espaço, os equipamentos e as infraestruturas das áreas urbanas a reabilitar;
- 2) Garantir a complementaridade e coordenação entre os diversos atores, concentrando recursos em operações integradas de reabilitação nas “áreas de reabilitação urbana”, cuja delimitação incumbe aos municípios e nas quais se intensificam os apoios fiscais e financeiros;
- 3) Diversifica os modelos de gestão das intervenções de reabilitação urbana, abrindo novas possibilidades de intervenção dos proprietários e outros parceiros privados;

- 4) Criar mecanismos que permitam agilizar os procedimentos de controlo prévio das operações urbanísticas de reabilitação;
- 5) Desenvolver novos instrumentos que permitam equilibrar os direitos dos proprietários com a necessidade de remover os obstáculos à reabilitação associados à estrutura de propriedade nestas áreas.

A reabilitação urbana deve contribuir de forma a conseguir atingir os seguintes objetivos (Art.º 3 – D.L. n.º 307/2009):

- Assegurar a reabilitação dos edifícios que se encontram degradados ou funcionalmente inadequados;
- Reabilitar tecidos urbanos degradados ou em degradação;
- Melhorar as condições de habitabilidade e de funcionalidade do parque imobiliário urbano e dos espaços não edificados;
- Garantir a proteção e promover a valorização do património cultural;
- Afirmar os valores patrimoniais, materiais e simbólicos como fatores de identidade, diferenciação e competitividade urbana;
- Modernizar as infraestruturas urbanas;
- Promover a sustentabilidade ambiental, cultural, social e económica dos espaços urbanos;
- Fomentar a revitalização urbana, orientada por objetivos estratégicos de desenvolvimento urbano, em que as ações de natureza material são concebidas de forma integrada e ativamente combinadas na sua execução com intervenções de natureza social e económica;
- Assegurar a integração funcional e a diversidade económica e sociocultural nos tecidos urbanos existentes;

- Requalificar os espaços verdes, os espaços urbanos e os equipamentos de utilização coletiva;
- Qualificar e integrar as áreas urbanas especialmente vulneráveis, promovendo a inclusão social e a coesão territorial;
- Assegurar a igualdade de oportunidades dos cidadãos no acesso às infraestruturas, equipamentos, serviços e funções urbanas;
- Desenvolver novas soluções de acesso a uma habitação condigna;
- Recuperar espaços urbanos funcionalmente obsoletos, promovendo o seu potencial para atrair funções urbanas inovadoras e competitivas;
- Promover a melhoria geral da mobilidade, nomeadamente através de uma melhor gestão da via pública e dos demais espaços de circulação;
- Promover a criação e a melhoria das acessibilidades para cidadãos com mobilidade condicionada.

2.4.3 Nova Lei do Arrendamento

A crescente procura de arrendamento em consequência da crise do mercado imobiliário e da construção e a ausência de oferta de arrendamento a preços acessíveis motivaram que a reforma do arrendamento urbano fosse assumida como um objetivo prioritário no domínio da habitação.

De facto, a reforma do arrendamento urbano de 2006 não conseguiu dar uma resposta suficiente aos principais problemas com que se debate o arrendamento urbano, especialmente os relacionados com os contratos com rendas anteriores a 1990, com a dificuldade de realização de obras de reabilitação em imóveis arrendados e com um complexo e moroso procedimento de despejo (IHRU, 2012).

De forma a contrariar esta tendência, foi publicada a lei n.º 31/2012 que procede à revisão do regime jurídico do arrendamento urbano. O novo regime de arrendamento urbano contém várias medidas destinadas a dinamizar o mercado do arrendamento e são elas (IHRU, 2012):

- Maior liberdade na estipulação da duração dos contratos pelas partes,
- Maior relevo da negociação das partes na atualização das rendas antigas,
- Redução da duração do período de transição dos contratos antigos para o novo regime,
- Novo regime para realização de obras em prédios arrendados, e
- Procedimento especial de despejo.

Assim, com esta nova lei pretende-se dinamizar o mercado do arrendamento dando maior confiança aos proprietários para que possam reabilitar os edifícios degradados com a atualização das rendas mais antigas e os despejos dos inquilinos mais rápidos e mais seguros. Conseguindo-se assim uma maior oferta a preços mais acessíveis (Governo de Portugal, 2012)

3 Sustentabilidade na Construção

3.1 Desenvolvimento sustentável

O aumento populacional é um importante fator que explica a pressão sobre o ambiente. A população mundial duplicou desde 1950, hoje somos 7 mil milhões (dados de 2011) e a previsão é que se podem atingir os 9,3 mil milhões de pessoas em 2050, segundo o relatório do “Planeta Vivo”. O nosso capital natural está a diminuir e a nossa Pegada Ecológica está a aumentar. A Pegada Ecológica avalia a pressão humana sobre os recursos naturais do planeta e é expresso em unidade de área (ha) necessária para satisfazer determinado consumo de recursos (WWF Portugal, 2012b).

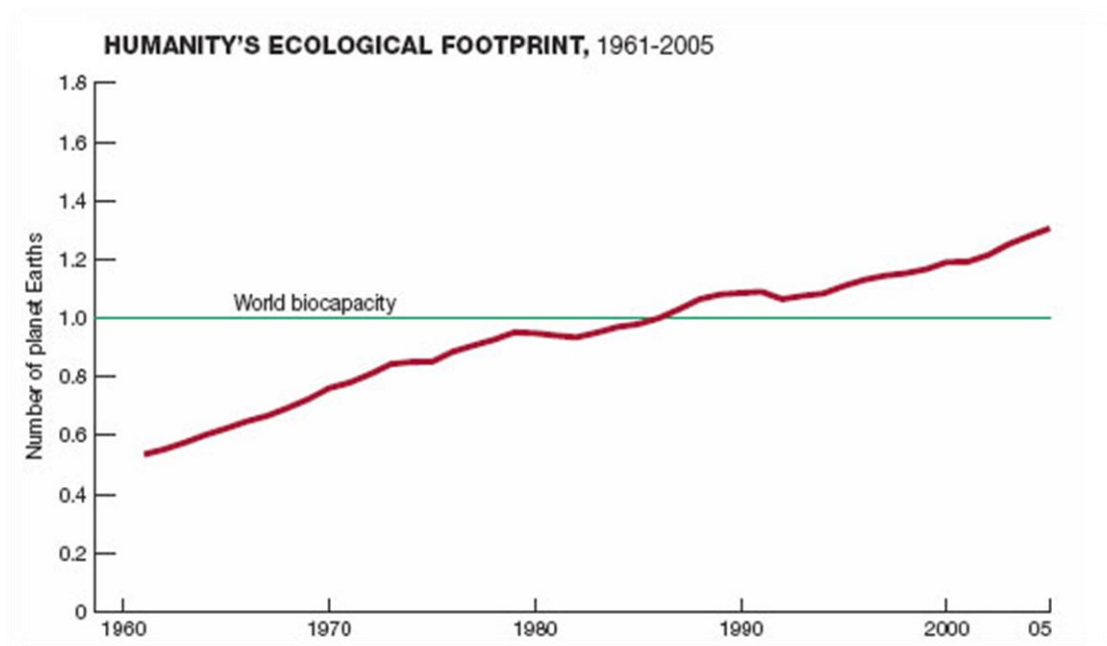


Gráfico 6 – Pegada ecológica da Humanidade (WWF Portugal, 2012b)

Segundo a WWF a Pegada Ecológica da humanidade duplicou desde 1966. Leva 1,5 ano para a Terra regenerar os recursos renováveis de que as pessoas dependem, e para absorver os resíduos que produzem de CO₂, no mesmo ano. Esta situação deve-se essencialmente às emissões de CO₂, sendo o sector da construção um potencial emissor

(WWF Portugal, 2012a). Com estes dados, torna-se fácil perceber que o desenvolvimento sustentável é um tema importante ao nível ambiental e não só.

Desde os anos 1980, o conceito tem sido usado no sentido da sustentabilidade humana no planeta Terra, o que resultou na definição mais amplamente citada de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, a da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente (WCED, Comissão Brundtland) das Nações Unidas (UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2011), em 1987 no relatório de Brundtland, também conhecido por “O nosso futuro comum”, como:

“O desenvolvimento que satisfaz as necessidades atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras para satisfazerem as suas próprias necessidades”.

Este relatório consolidou a ideia de que era necessário um esforço comum e planetário para que o rumo do modelo de desenvolvimento económico fosse corrigido. Em 1992 na Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento foram desenvolvidos vários instrumentos, tais como a Agenda 21 e a declaração do Rio sobre Ambiente e Desenvolvimento. É a partir desta conferência que são implementadas, progressivamente, diversas medidas de forma a diminuir a poluição gerada, através de uma perspetiva integradora, considerando a totalidade do processo produtivo (Pinheiro, 2006).

A Agenda 21 trata-se de um documento, um programa global envolvendo 118 países, que tem como objetivo promover a regeneração ambiental e o desenvolvimento social. As medidas deveriam ser implementados até ao início do século XXI pelos governos, agências de desenvolvimento e grupos setoriais, em todas as áreas onde a atividade humana afetasse o meio ambiente, ou seja, é um plano de ação que deve ser assumido ao nível global, nacional e local (Pinheiro, 2006; Mateus & Bragança, 2006).

O desenvolvimento sustentável vai para além da proteção do ambiente. Implica a preocupação pelas gerações futuras e a manutenção ou melhoria pela salubridade e integridade do ambiente a longo prazo. Inclui as preocupações sociais, para além das ambientais e económicas. Procura a racionalização completa, equilibrando as diferenças a nível social, através da justiça social, económico através da eficiência económica, e ecológico através da prudência ecológica (Mateus & Bragança, 2006).

Assim, o desenvolvimento sustentável apresenta três dimensões: económica, social e ambiental. O desenvolvimento sustentável está interligado com a indústria da construção através das suas dimensões, pois para além de esta indústria apresentar uma considerável participação no PIB (económica) e de ser responsável por uma expressiva parcela na geração de postos de trabalho (social), utiliza recursos naturais e a sua atividade está intimamente relacionada com o meio ambiente, através das suas intervenções ao modificar o ambiente natural (ambiental). (Mateus & Bragança, 2006).

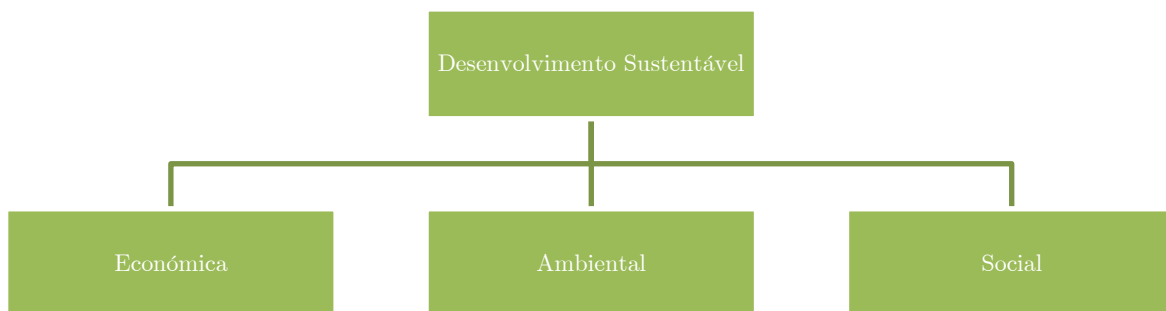


Figura 8 – As três dimensões do desenvolvimento sustentável

3.2 Construção Sustentável

Durante anos, a construção tradicional focalizou os seus objetivos na rápida recuperação do investimento inicial num curto período de tempo, sendo o caminho para atingir os níveis de qualidade definidos em projeto apenas assente na escolha de materiais e técnicas de construção que diminuíssem os custos e o tempo de execução da obra, sem ponderar as consequências resultantes da sua utilização e sem avaliar as consequências (Pires & Bragança, 2011). Para além disso, o setor da construção é uma das indústrias que mais consome materiais e recursos, sendo a maior parte destes não renovável. O agravamento da escassez de recursos aliado à importância de satisfazer as necessidades presentes salvaguardando as gerações futuras está na base da construção sustentável (Dinis & Amado, 2011). No sentido de tornar as construções mais sustentáveis pressupõe-se que apliquem os princípios de sustentabilidade em todas as fases do ciclo de vida com o objetivo de proporcionar uma melhor qualidade de vida aos seus utilizadores (Juma, 2010). Assim, Kibert propôs pela primeira vez em 1994, o termo “construção sustentável” para descrever as responsabilidades da indústria da construção no que respeita ao conceito e ao objetivo da sustentabilidade e define-se como a *“criação e gestão responsável de um ambiente construído saudável, tendo em consideração os princípios ecológicos (para evitar danos ambientais) e a utilização eficiente dos recursos”* (Pinheiro, 2006).

Tendo em conta todo o seu ciclo de vida e considerando que os recursos da construção são os materiais, o solo, a energia e a água, Kibert estabeleceu os cinco princípios básicos da construção sustentável (Pinheiro, 2006; Brito, 2010):

- Reduzir o consumo de recursos;
- Reutilizar os recursos sempre que possível;
- Reciclar materiais em fim de vida dos edifícios e usar recursos recicláveis;

- Proteger os sistemas naturais e a sua função em todas as atividades;
- Eliminar os materiais contaminantes em todo o ciclo de vida.

Ainda assim, uma construção sustentável considera, além de parâmetros ao nível do edifício, parâmetros que avaliam a interação do edifício com o meio envolvente em que se integra, tendo como objetivo a redução da utilização de energia e materiais não renováveis, redução do consumo de água, redução da produção de emissões, resíduos e outros poluentes, ao longo do processo construtivo e no edifício durante o seu ciclo de vida (Bragança, 2006; Pires, 2011).

Segundo Bragança, 2005 a construção para ser encarada como uma “Construção Sustentável” deve ser pensada em todas as suas fases, ou seja, na fase de projeto, de execução e de demolição. Em cada uma das fases devem ser considerados os princípios de conceção, Quadros 4 e 5, tendo em conta as perspetivas energética e ambiental (Bragança, 2005; Pires & Bragança, 2011).

Princípios de conceção de edifícios sustentáveis
Utilização racional de energia
Minimizar consumos durante a fase de construção
Reduzir consumos na fase de utilização pelo recurso a fontes de energia renováveis
Implementar tecnologias solares passivas
Otimizar a ventilação
Aproveitar a topografia do terreno, a orientação e os sistemas passivos
Redução do consumo de água
Utilizar equipamentos mais eficientes
Recolher e utilizar as águas pluviais e as águas cinzentas

Quadro 4 – Princípios de conceção de edifícios sustentáveis (adaptado de Bragança, 2005; Pires & Bragança, 2011)

Princípios de conceção de edifícios sustentáveis (Cont.)
Seleção criteriosa de materiais e técnicas construtivas
Escolher materiais eficientes e ecológicos
Preferir materiais sem químicos nocivos, duráveis e com baixa energia incorporada
Promover o uso eficiente dos materiais evitando desperdícios
Utilizar sistemas pré-fabricados
Maximizar a durabilidade dos edifícios
Planear a conservação e a manutenção
Fomentar a reutilização de estruturas já existentes
Economia
Minimizar os custos
Diminuir o período da obra através do uso de sistemas construtivos simples
Aumentar o valor residual da obra com a adoção de materiais recicláveis e reutilizáveis

Quadro 5 – Princípios de conceção de edifícios sustentáveis (Cont.) (adaptado de Bragança, 2005; Pires & Bragança, 2011)

Faz todo o sentido aplicar os princípios da construção sustentável à reabilitação de edifícios, ou seja, a revitalização dos nossos centros urbanos de uma forma sustentável. Na reabilitação urbana não aumentamos as áreas impermeabilizadas, pois estas encontram-se definidas no PDM e não necessitamos de construir novas infraestruturas, logo estes são dois grandes pontos a favor da reabilitação face à construção nova. Com intervenções de reabilitação reduzimos ainda os resíduos de construção, as emissões de CO₂, a necessidade recursos naturais, preservamos e valorizamos o património arquitetónico, a história do local intervencionado.

3.3 Materiais Sustentáveis

Uma construção nova é constituída por diversos materiais, estes com elevado impacte no meio ambiente através das emissões com efeito de estufa e impacte nos recursos naturais. Se pensarmos que numa reabilitação muitos dos materiais podem ser recuperados e inseridos novamente no local, diminuimos os impactes ambientais em comparação com materiais novos. Contudo, muitas vezes o estado de degradação é tal que é impossível recuperar e temos de inserir novos materiais. Estes materiais deverão possuir todas as características de um produto convencional para o desempenho, ou seja, a mesma função, características e ainda ter um desempenho sustentável, será assim uma mais-valia. A estes materiais dá-se o nome de materiais sustentáveis e têm as seguintes características (Torgal & Jalali, 2010; Teodoro & Henriques, 2011):

- Não tóxicos;
- Baixa energia incorporada na sua produção;
- Recicláveis;
- Permitem o reaproveitamento de resíduos de outras indústrias;
- Provenientes de fontes renováveis;
- Duráveis;
- A escolha deve ser feita segundo uma avaliação do ciclo de vida.

Para além destas características, a opção por materiais locais promove a economia regional e local e contribui para a diminuição da energia incorporada. Entende-se por energia incorporada a energia despendida na extração, produção e transporte dos materiais. Para além disto, devemos ainda optar por materiais reciclados, e possivelmente recicláveis na fase final do seu ciclo de vida (EcoArkitekt, 2013).

No quadro abaixo temos alguns materiais utilizados no setor da construção onde podemos comparar a sua energia incorporada e as emissões de carbono desde a extração até à porta da fábrica.

Material	Energia MJ/kg	Carbono kg CO ₂ /kg	Densidade kg /m ³
Agregados	0.1	0.005	2240
Betão (1:1.5:3 p.e. laje de piso, estrutura)	1.11	0.159	2400
Tijolo (comum)	3.0	0.22	1700
Blocos de betão (150mm média densidade)	0.71	0.08	1900
Argamassa de cimento (1:3)	1.40	0.213	
Aço (primeiro fabrico)	35.30	2.75	7800
Aço (reciclado)	9.50	0.43	7800
Madeira (comum)	8.50	0.46	480 - 720
Isolamento de cortiça	26.00*		160
Rockwool (painel)	16.80	1.05	24
Isolamento em Poliestireno	88.60	2.50	15 – 30*
Alumínio (comum, incluindo 33% reciclado)	155	8.24	2700
MDF	11.00	0.59	680 – 760*
Gesso cartonado	6.75	0.38	800
Vidro	15.00	0.85	2500
Tubo em PVC	67.5	2.5	
Pintura (2 demãos)	20.4	1.06	

Quadro 6 – Materiais utilizados nos edifícios (Cradle-to-Gate) (Retirado de: Sousa, 2012)

* - valores aproximados dependendo das condições de fabrico

Numa análise geral do Quadro 6 podemos verificar que o betão tem uma energia incorporada de 1,11 MJ/kg e 0,159 kg CO₂/kg de emissões de carbono, logo trata-se de um material com elevado impacte ambiental em termos de emissões de CO₂ e energia incorporada. A grande vantagem do betão é a sua durabilidade, que pode ir até aos 100 anos.

Os isolamentos em poliestireno, como por exemplo o poliestireno extrudido, com uma densidade de 25 kg/m³ é um material com elevada energia incorporada e com elevados níveis de emissões de CO₂ em todo o seu processo desde a sua extração até ao produto final.

Um material muito utilizado nas nossas caixilharias é o alumínio. Na sua constituição tem incorporado 30% de material reciclado mas ainda assim tem uma elevada energia incorporada.

A cortiça é um material 100% natural, biodegradável e renovável. Pode ser utilizado como isolante térmico, acústico e antivibrático, bem como revestimento de pisos e paredes. Tanto como isolante ou como revestimento a cortiça não é utilizada no seu estado natural mas como aglomerado de cortiça, expandida ou incorporada em outros materiais.

Todo o processo de transformação da cortiça, desde a fase do descortiçamento até à fase de utilização, tem uma elevada energia incorporada.

As placas de aglomerado de cortiça podem ter várias espessuras, tamanhos e acabamentos e são utilizadas como revestimento em paredes e pisos. As placas de **aglomerado de cortiça expandida** aplicam-se em coberturas, paredes, no interior ou no exterior, em juntas de expansão/dilatação e são resistentes ao fogo, às diferenças de temperatura, ao ruído e às vibrações. Têm como função o isolamento térmico, acústico e antivibrático. Estas podem ainda, no final de vida útil, ser recicladas e incorporadas em betões leves (APCOR, 2013; Construlink, 2010).

São diversos os materiais utilizados na construção e reabilitação de edifícios, estes produtos devem essencialmente permitir o uso sustentado dos recursos naturais, sem haver risco de esgotamento e ainda devem ser considerados não tóxicos, ou seja, há certos materiais que devem ser evitados, pois são prejudiciais ao ambiente, como o PVC (policloreto de vinilo, apesar de reciclável), o amianto que é utilizado em argamassas, tintas e colas para isolamento térmico e acústico, o alumínio, os solventes e os COV's (compostos voláteis) (Citado em Teodoro & Henriques, 2011).

3.4 Ciclo de Vida

3.4.1 Ciclo de Vida dos Edifícios

Inicialmente o ciclo de vida foi uma expressão unicamente utilizada para se referir a todas as etapas e processos de um sistema de produção de produtos ou serviços. No caso de edifícios, as etapas são projeto, construção, vida útil (utilização) e demolição (Figura 9). Se conseguirmos aumentar a vida útil dos edifícios através de materiais com qualidade e durabilidade, com a criação de um sistema de gestão da manutenção para prevenir a degradação dos materiais e equipamentos, garante-se assim a diminuição do consumo de materiais e por sua vez a diminuição dos impactes ambientais. (Teodoro & Henriques, 2011). É sabido que é na fase de utilização que existe maiores consumos de energia devido ao tempo de vida útil do edifício (50 a 100 anos). Nas fases de construção, utilização e demolição existem resíduos que devem ser minimizados, reciclados e reutilizados sempre que possível, de forma a não haver procura de novos materiais (Teodoro & Henriques, 2011).

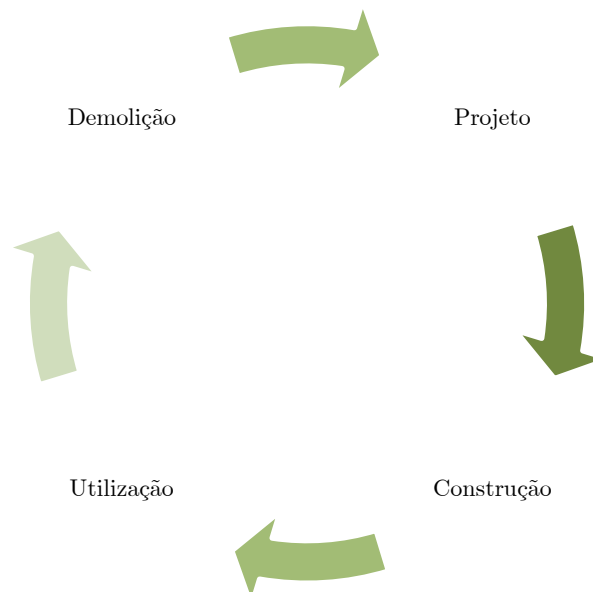


Figura 9 – Fases do Ciclo de Vida dos Edifícios

3.4.2 Avaliação do Ciclo de Vida

3.4.2.1 Enquadramento

A avaliação do ciclo de vida (ACV), também referida por análise do ciclo de vida é reconhecida internacionalmente por LCA (Life Cycle Assessment) e consiste numa técnica holística analítica para a avaliação dos impactes ambientais associados a um produto ou a um conjunto de produtos como é o caso do edifício, ao longo do seu ciclo de vida. É um método complexo que permite identificar os impactes ambientais, determinar as consequências desses impactes nos ecossistemas, no ser humano e a disponibilidade de recursos e permite ainda a comparação direta entre produtos (Soares, 2011).

Os primeiros estudos sobre a avaliação do ciclo de vida (LCA) surgem nos finais dos anos 60 princípios dos anos 70 (Séc. XX) através do estudo de impacto ambiental de diversas latas da Coca-Cola e outros dois surgiram posteriormente. Nos anos 90, o SETAC (*Society of Environmental Toxicology and Chemistry*) inicia os trabalhos de investigação sobre a LCA. É também nesta época que começa a pesquisa para o desenvolvimento de normalização de forma a uniformizar o processo de LCA, tendo como resultado a publicação das seguintes normas: ISO 14040:1997, ISO 14041:1998, ISO 14042:2000 e ISO 14043:2000 (Arroja et al., 2011). Posteriormente, este método normalizado e definido internacionalmente através da série de normas ISO 14040, ficou reunido em apenas duas normas, a ISO 14040: 2006 – Gestão Ambiental. Avaliação do ciclo de vida. Princípios e enquadramento e a ISO 14044:2006 – Gestão Ambiental. Avaliação do ciclo de vida. Requisitos e linhas de orientação (Soares, 2011).

No ano passado foram revistas outras duas normas relacionadas com LCA (publicadas em 2003 e 2000, respetivamente), a *ISO/TR 14047:2012* - Gestão ambiental. Avaliação do ciclo de vida. Exemplos ilustrativos de como aplicar a norma ISO 14044 às situações de

avaliação de impactes e a *ISO/TR 14049:2012* - Gestão ambiental. Avaliação do ciclo de vida. Exemplos ilustrativos de como aplicar a norma ISO 14044 na definição do objetivo e âmbito e na análise de inventário (Ho, 2011).

São diversas as iniciativas a nível mundial e europeu que incidem a sua pesquisa na LCA, como por exemplo, a parceria entre a UNEP (United Nations Environment Programme) e a SETAC (Society for Environmental Toxicology and Chemistry) (UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2011).

Inicialmente, a LCA era apenas utilizada para a avaliação dos impactes ambientais no produto ou serviço, que segundo a SETAC (1991) era definida como uma metodologia para avaliar os impactes ambientais de um produto, processo ou atividade através da identificação e quantificação dos consumos de energia e materiais e ainda, as emissões e resíduos libertados para o ambiente ao longo do seu ciclo de vida (Silva, 2003). Sempre como foco a vertente ambiental do desenvolvimento sustentável.

Hoje, existem novos estudos sobre a avaliação do ciclo de vida (LCA) com base numa versão tripartida. Trata-se de uma metodologia mais abrangente que aborda as três dimensões do desenvolvimento sustentável com base na ISO 14040:2006 e ISO 14044:2006 (UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2011).


$$\text{LCSA} = \text{ELCA} + \text{LCC} + \text{SLCA}$$

Figura 10 – Análise de sustentabilidade do ciclo de vida (adaptado de Arroja et al., 2011; UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2011)

Esta análise tripartida corresponde à avaliação de cada dimensão:

- Análise Ambiental do Ciclo de Vida (ELCA);
- Análise de Custo do Ciclo de Vida (LCC);
- Análise Social do Ciclo de Vida (SLCA).

A análise ambiental do ciclo de vida (ELCA) estuda os potenciais impactes ambientais, como resultado da extração de recursos, transporte, produção, utilização e deposição final ou reciclagem. O ciclo de vida de custos (LCC) é utilizado para avaliar os custos desses impactes e a análise social examina as consequências sociais (SLCA). De forma a haver um equilíbrio entre os três pilares da sustentabilidade temos a técnica desenvolvida pela Life Cycle Initiative, parceria entre a UNEP/SETAC, a avaliação de sustentabilidade do ciclo de vida. Este método ainda se encontra numa fase de estudo, no entanto, não deixa de ser uma grande evolução no que toca à avaliação do ciclo de vida (LCA) (UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2011).

3.4.2.2 Variantes da LCA

A avaliação do ciclo de vida (LCA) apresenta quatro variantes, tal como apresentado na Figura 11, em função das fases do ciclo de vida que são estudadas:

- Cradle – to – grave (“do berço até ao túmulo”);
- Cradle – to – gate (“do berço até à porta”);
- Cradle – to – cradle (“do berço até ao berço”);
- Gate – to – grave (“da porta até ao túmulo”).

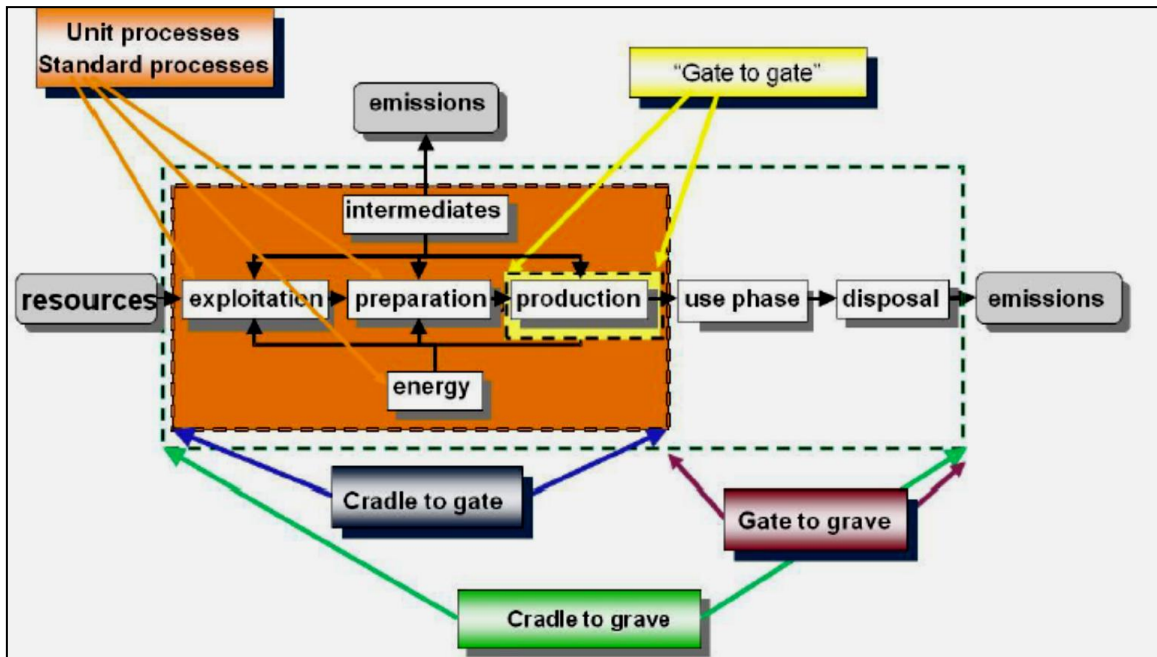


Figura 11 – As variantes possíveis em função das fases do ciclo de vida (PE International, 2010)

A primeira variante *cradle – to – grave* inclui a totalidade do ciclo de vida de um produto, desde a extração das matérias - primas até à fase de deposição, passando pela fase de utilização. Numa análise *cradle – to – gate* só se considera uma parte do ciclo de vida do produto, aquela que vai desde a extração até à porta da fábrica. Não inclui o transporte até ao consumidor final e a fase de utilização e deposição de um produto são geralmente omissas. Esta variante está geralmente na base das Declarações Ambientais de Produto (DAP's), sendo ainda acrescentada informação adicional sobre o fim de vida dos produtos. A análise *cradle – to – cradle* contempla todas as fases do ciclo de vida como a variante cradle-to-grave, no entanto a última fase do ciclo de vida de um produto corresponde a um processo de reciclagem (Bragança & Mateus, 2011). Assim, os processos são acompanhados até que entrem num novo ciclo (do berço até ao berço). Existe ainda uma quarta variante pouco utilizada na área da construção e contempla as fases pós-produção a *gate – to – grave* (Bragança & Mateus, 2011; Construction Products Association, 2012; PE International, 2010).

No esquema seguinte, como resumo, apresenta-se todas as **fases do ciclo de vida do material**:

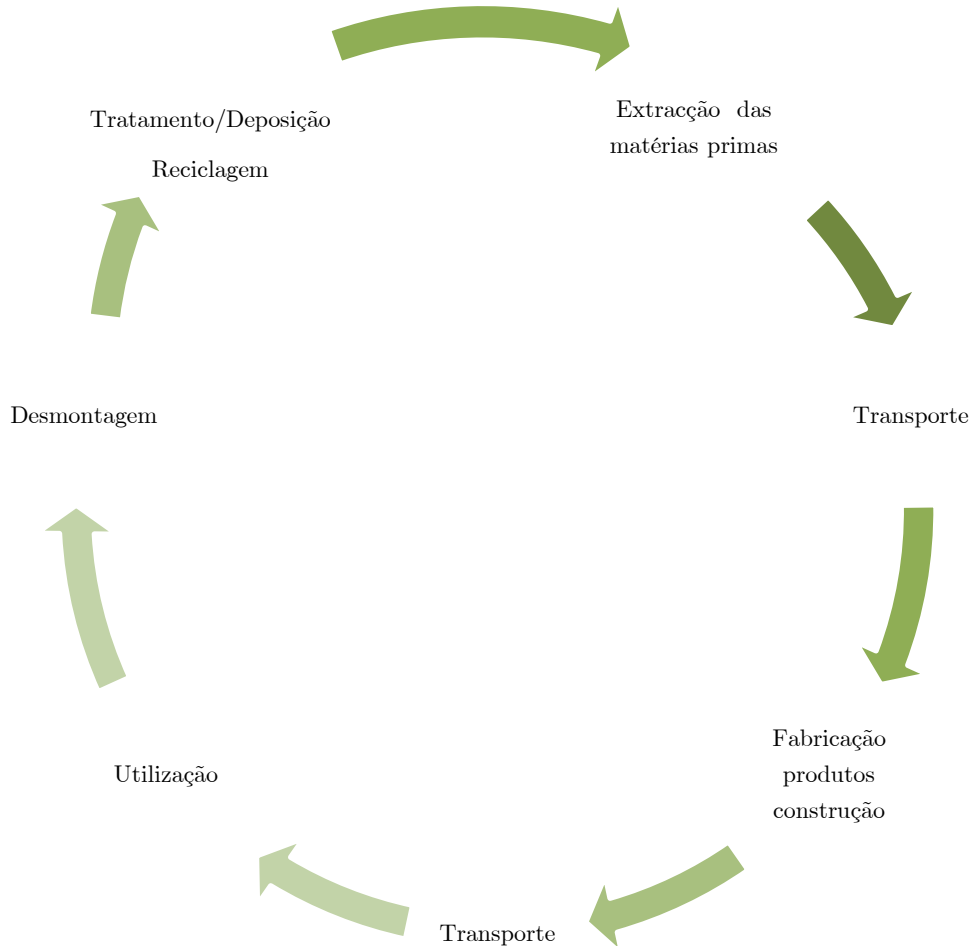


Figura 12 – Fases do ciclo de vida dos materiais

3.4.2.3 Fases da LCA

A metodologia LCA pode ser aplicada a um produto ou a um conjunto de produtos, como por exemplo a um edifício. Trata-se de um método moroso e complexo e que tem como base as Declarações Ambientais de Produto (DAP's). E servem ainda de base às metodologias de avaliação e certificação de sustentabilidade de edifícios, como por exemplo, no SBTool^{PT}- H.

A LCA segundo as normas ISO 14040:2006 e ISO 14044:2006, e tal como apresentado na Figura 13, trata-se de um processo iterativo e é composto por quatro fases (Soares, 2011):

- Definição do objetivo e âmbito;
- Análise do inventário do ciclo de vida (ou Life Cycle Inventory LCI);
- Avaliação dos impactes do ciclo de vida (ou Life Cycle Inventory Assessment LCIA);
- Interpretação dos resultados.

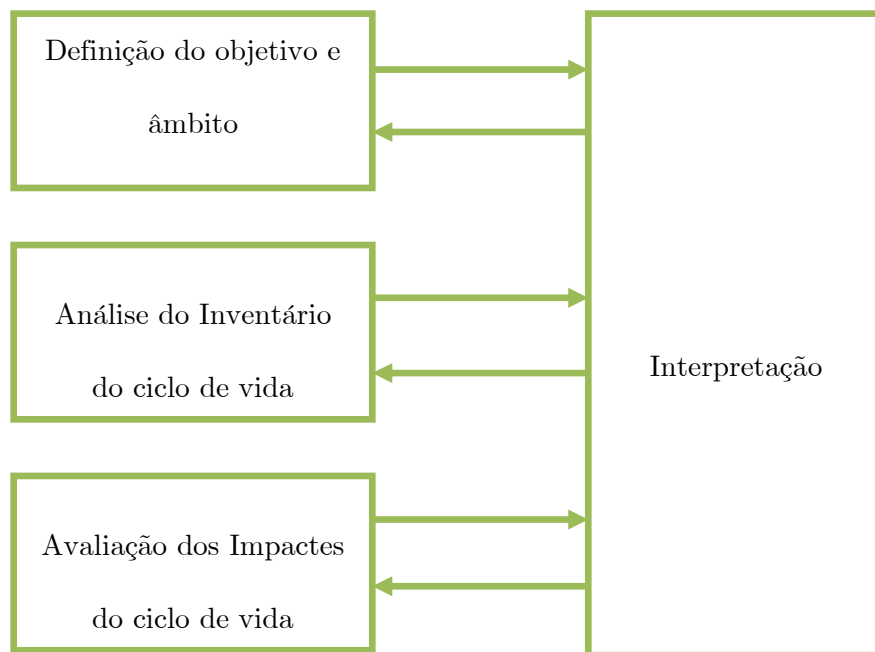


Figura 13 – Fases de uma LCA segundo a 14040:2006 (Soares, 2011)

De acordo com a ISO 14040:2006 a primeira fase da metodologia LCA é a definição do objetivo e âmbito. O objetivo deve ser formulado e especificado conforme a aplicação pretendida. O âmbito deve ser claro e bem definido para que a profundidade e a extensão sejam compatíveis e suficientes, como também, o detalhe do estudo para que o objetivo planeado seja atingido. Ambos devem ser claros e podem posteriormente ser redefinidos com base na interpretação dos resultados.

A segunda fase corresponde à análise do inventário de ciclo de vida (LCI), compreende a recolha, descrição e verificação de dados, e ainda, a modelação do sistema do produto. De forma a preencher a tabela que constituirá o Inventário do Ciclo de Vida toda a informação deve ser separada em Entradas (Inputs) e Saídas (Outputs) do sistema. Quanto aos Inputs são quantificados, por exemplo, os materiais e a energia utilizada, quanto aos Outputs, correspondem, por exemplo, as emissões atmosféricas, emissões para a água e resíduos sólidos. É a fase mais morosa, complexa e complicada pois é necessário recorrer às empresas que produzem os materiais para que sejam facultados todos os dados associados ao sistema produtivo em estudo. Felizmente, esta informação já começa a ser publicada em bases de dados, na internet e em bibliografia especializada. Contudo, existe muita informação disponibilizada de origem desconhecida o que poderá levar a resultados ambíguos e fora da realidade devido à utilização de dados não adequados ao sistema em estudo ou aos requisitos definidos (Midões E. N., 2012; Bragança & Mateus, 2011).

Para além disso, é importante saber a origem da matéria – prima, o local de fabrico, a energia utilizada, o transporte, entre outros fatores. Existe vários fatores que se alteram e por isso os resultados da LCA serão obrigatoriamente diferentes. Nunca se pode comparar duas LCA's mesmo que o material seja o mesmo porque os dados associados ao sistema produtivo serão diferentes. Não podemos levar a análise à exaustão, porque o material fabricado numa zona do País será obrigatoriamente diferente quando fabricado noutra zona.

É na fase da avaliação dos impactes (LCIA) que os fluxos identificados na fase anterior (LCI), são avaliados e traduzidos em impactes, sendo determinada a sua contribuição potencial do produto para as categorias de impacte ambiental definidas no Capítulo 3.4.3. Esta fase, de acordo com a norma ISO 14040:2006, é subdividida em quatro etapas. São

elas, duas obrigatórias, classificação e caracterização, e duas opcionais, normalização e agregação. No caso das obrigatórias devem estar sempre incluídas no estudo, caso contrário, não podemos designar por análise LCA mas sim por Inventário do ciclo de vida (LCI). As fases de normalização e agregação são opcionais, no entanto, devem também ser incluídas para que estudo fique mais completo.

A interpretação dos resultados é a última fase e a mais importante visto que interage com todas as fases e é utilizada em todo o processo da LCA. Esta fase compreende duas grandes etapas, a primeira corresponde à fase iterativa da LCA, que é utilizada para analisar a informação recolhida e melhorar o Inventário do ciclo de vida para que os requisitos definidos nos objetivos sejam satisfeitos. Após a finalização do processo iterativo, ou seja, quando já se encontra definido o LCI, temos a fase de interpretação dos resultados de forma a tirar conclusões, analisar as diferenças obtidas, comparar soluções e ainda analisar os pontos fracos e fazer as recomendações necessárias de forma a melhorar a nível de impactes do sistema em estudo. Pretende-se assim dar resposta aos objetivos inicialmente definidos. Portanto, é nesta fase que são analisados os processos e materiais que mais contribuem para os impactes do produto e ainda são realizadas as análises de sensibilidade e incerteza recorrendo a métodos estatísticos.

Assim, é importante garantir que os resultados da LCA vão de encontro com a meta e âmbito do estudo e que quaisquer limitações detetadas sejam devidamente explicadas (Bragança & Mateus, 2011; PE International, 2010).

3.4.2.4 Programas de apoio à LCA no sector da construção

Como apoio à avaliação do ciclo de vida (LCA) de produtos ou sistemas, no últimos anos têm sido desenvolvidos, um pouco por todo o mundo, diversas ferramentas informáticas. Parte destas ferramentas baseiam-se numa abordagem *bottom-up*, ou seja, consideram o impacte global de um produto ou sistema, por exemplo um edifício, como resultado do somatório dos impactes de cada um dos seus constituintes, isto é, os materiais e os seus processos.

Consegue-se ainda, no caso de ferramentas LCA para a análise de edifícios, contabilizar o consumo de energia, tornando assim a ferramenta mais abrangente (Bragança & Mateus, 2011). Como exemplo destas ferramentas temos os seguintes softwares: SimaPro (Holanda), Ecoffect (Suécia), Athena (Canadá), BEES (EUA), Gabi desenvolvido pela PE Internacional na Alemanha, entre outros (Bragança & Mateus, 2011; Midões E. N., 2012).

3.4.3 Declarações Ambientais do Produto

Segundo a norma *NP EN ISO 14020:2005 – Rótulos e declarações ambientais. Princípios gerais*, existem três tipos de rótulos/declarações ambientais. No quadro seguinte apresentam-se as suas principais características (Almeida, 2012; Bonet, 2011):

	Tipo I – ISO 14024	Tipo II – ISO 14021	Tipo III – ISO 14025
Designação:	Rótulos Ambientais	Auto declarações	Declarações Ambientais do Produto
Objetivo:	Entidade externa estabelece os critérios e verifica se cumprem os requisitos mínimos	O fabricante fornece uma informação sobre um aspeto ambiental	Informação ambiental do produto quantificada a partir do estudo LCA
Âmbito:	Um único aspeto	Um único aspeto	Ciclo de vida completo
Requisitos mínimos:	Sim	Não	Não
Metodologia LCA:	Não	Não	Sim
Entidade Externa:	Certificação	Não	Verificação e Validação
Vantagens:	Fácil para o utilizador; Muito adaptado a ações comerciais; Credível.	-	Informação muito credível; Qualquer produto pode dispor deste tipo de análise.
Desvantagens:	Os critérios podem ser pouco claros; Não inclui grande parte dos impactes ambientais.	Pouco credível; Informação de baixo nível.	Difícil interpretação e comunicação.

Quadro 7 – Tipos de rótulo/ declarações ambientais segundo a NP EN ISO 14020:2005 (Adaptado de Bonet, 2011)

As Declarações Ambientais do Produto (DAP), também conhecidas internacionalmente por EPD's, são um sistema voluntário de descrição do desempenho ambiental de materiais e produtos, e servem para divulgar os impactes ambientais gerados pelos mesmos ao longo do seu ciclo de vida (Dias, 2011). O seu conteúdo poderá ser utilizado para a avaliação e certificação da sustentabilidade de edifícios (Dias, 2011b). Este sistema é baseado em regras para a apresentação das características ambientais, designadas por Regras para Categoria de Produtos (RCP ou PCR), que variam consoante o tipo de produto e estabelecem os princípios para a avaliação das categorias de impacte ambiental e de outros parâmetros pré-definidos para o tipo de produto em avaliação. Estas regras descrevem com detalhe o modo como deve ser feita a análise do ciclo de vida para o desenvolvimento das DAP's, compreendem a listagem das categorias de impacte ambiental que deverão ser analisadas e a identificação dos métodos de LCA que deverão ser utilizados na sua avaliação (Bragança & Mateus, 2011). No caso das declarações ambientais de produtos de construção, as regras encontram-se descritas na norma ISO 21930 (Almeida, 2012).

De uma forma geral, é possível encontrar nas DAP's informações sobre o desempenho ambiental do produto, que é organizada a partir das seguintes categorias de impacte ambiental (Bragança & Mateus, 2011):

- Recursos não renováveis (incluindo ou não a componente energética);
- Recursos renováveis (incluindo ou não a componente energética);
- Aquecimento global (em kg equivalentes de CO₂);
- Destruição da camada de ozono (em kg equivalentes de CFC-11);
- Acidificação (em kg equivalentes de SO₂);
- Formação de oxidantes fotoquímicos (em kg equivalentes de PO₄);
- Entre outros.

As declarações ambientais do tipo III têm como objetivos fornecer informações sobre desempenho ambiental de um produto, permitir às empresas o melhoramento dos produtos de forma a diminuírem os impactes ambientais dos mesmos, tornando-os mais competitivos e assim estimular a oferta e a procura de produtos com menor impacto ambiental ao longo do seu ciclo de vida. Em termos comerciais, funcionam como um ponto de diferenciação e ainda contribuem para a avaliação e certificação da sustentabilidade dos edifícios através da base de dados de materiais. São também uma grande ajuda para projetistas, pois permitem a adoção de soluções construtivas e materiais com menores impactes ambientais (Bragança & Mateus, 2011; Almeida, 2012).

No entanto, há que ter em atenção que a validade de uma DAP fora do contexto de utilização do produto ou noutra latitude é muito discutível senão inválida. Neste caso não há Produto Tipo, ou seja, a cada produto corresponde uma DAP.

Um pouco por toda a europa, existem diversas bases de dados de DAP's, tais como as apresentadas no Quadro 8 (Almeida et al., 2011). No nosso país, está em desenvolvimento o sistema nacional de registo de declarações ambientais de produto DAPHabitat que permitirá a publicação de DAP's devidamente validades numa base de dados pública (Dias, 2011b).

País	Designação	Entidade Coordenadora	Endereço
França	INIES	CSTB	http://www.inies.fr/
Alemanha, Áustria e Suíça	IBU	IBU – Institut für Bautechnik Undwelt	http://bau-umwelt.de/
Consórcio Internacional: coordenado pela Suécia	EPD – The green yardstick	SEMC - Swedish Environment Management Council	http://www.environdec.com/
Espanha	DAPc	CAATEEB - Col·legi d' aparelladors, arquitectes tècnics i Enginyers d'Edificació de Barcelona	http://www.csostenible.net/index.php/ ca/sistema_dapc
Reino Unido	BRE environmental profiles	BREEAM – BRE Environmental Assessment Method	http://www.bre.co.uk/
Portugal	DAPHabitat	CentroHabitat	http://www.daphabitat.pt/ (em construção)

Quadro 8 – Sistemas de Registo de DAP's (Adaptado de Almeida et al., 2011)

4 Sistema de Avaliação da Sustentabilidade de Edifícios

4.1 SBTool^{PT-H}

O SBTool^{PT-H} é um sistema voluntário de avaliação e certificação da sustentabilidade de edifícios novos, existentes e reabilitados e serve para apoiar os decisores a adotarem medidas que conduzam a edifícios mais sustentáveis. Este sistema foi desenvolvido pelo iiSBE Portugal, que representa em Portugal a Iniciativa para a Sustentabilidade do Ambiente Construído (iiSBE) e foi adaptado do SBTool - Sustainable Building Tool para a realidade do nosso parque habitacional, no que diz respeito às três dimensões da sustentabilidade (Mateus & Bragança, 2009).

Esta metodologia baseia-se num Guia de Avaliação, é composto por 24 indicadores de sustentabilidade e a sua avaliação assenta em 25 parâmetros. Os indicadores são agregados em 9 categorias com o objetivo de resumir o desempenho do edifício ao nível de diversos aspetos-chave do desenvolvimento sustentável (ambiental, social e económica), como se pode verificar no Quadro 9 (Mateus & Bragança, 2009).

Dimensões	Categorias	Indicadores	Parâmetros	ID
DA – Ambiental	C1 - Alterações climáticas e qualidade do ar exterior	• Impacte ambiental associado ao ciclo de vida dos edifícios	◦ Valor agregado das categorias de impacte ambiental de ciclo de vida do edifício por m ² de área útil de pavimento e por ano	P1
	C2 - Uso do solo e biodiversidade	• Densidade Urbana	◦ Percentagem utilizada do índice de utilização líquido disponível	P2
			◦ Índice de impermeabilização	P3
		• Reutilização de solo previamente edificado ou contaminado	◦ Percentagem da área de intervenção previamente contaminada ou edificada	P4
		• Uso de plantas autóctones	◦ Percentagem de áreas verdes ocupadas por plantas autóctones	P5
		• Efeito de ilha de calor	◦ Percentagem de área em planta com reflectância igual ou superior a 60%	P6
	C3 - Energia	• Energia primária não renovável	◦ Consumo de energia primária não renovável na fase de utilização	P7
		• Energia produzida localmente a partir de fontes renováveis	◦ Quantidade de energia que é produzida no edifício através de fontes renováveis	P8
	C4 - Materiais e resíduos sólidos	• Reutilização de materiais	◦ Percentagem em custo de materiais reutilizados	P9
		• Utilização de materiais reciclados	◦ Percentagem em peso do conteúdo reciclado do edifício	P10
		• Recurso a materiais certificados	◦ Percentagem em custo de produtos de base orgânica que são certificados	P11
		• Uso de substitutos de cimento no betão	◦ Percentagem em massa de materiais substitutos do cimento no betão	P12
		• Condições de armazenamento de resíduos sólidos durante a fase de utilização do edifício	◦ Potencial das condições do edifício para a promoção da separação de resíduos sólidos	P13
	C5 - Água	• Consumo de água	◦ Volume anual de água consumido per capita no interior do edifício	P14
		• Reutilização e utilização de água não potável	◦ Percentagem de redução do consumo de água potável	P15
DS – Social	C6 - Conforto e saúde dos utilizadores	• Eficiência da ventilação natural em espaços interiores	◦ Potencial de ventilação natural	P16
		• Toxicidade dos materiais de acabamento	◦ Percentagem em peso de materiais de acabamento com baixo conteúdo de COV	P17
		• Conforto Térmico	◦ Nível de conforto térmico médio anual	P18
		• Conforto Visual	◦ Média do Factor de Luz do Dia Médio	P19
		• Conforto Acústico	◦ Nível médio de isolamento acústico	P20
	C7 - Acessibilidade	• Acessibilidade a transportes públicos	◦ Índice de acessibilidade a transportes públicos	P21
		• Acessibilidade a amenidades	◦ Índice de acessibilidade a amenidades	P22
	C8 - Sensibilização e educação para a sustentabilidade	• Formação dos ocupantes	◦ Disponibilidade e conteúdo do Manual do Utilizador do Edifício	P23
DE – Económica	C9 – Custos de ciclo de vida	• Custo de investimento inicial	◦ Valor do custo do investimento inicial por m ² de área útil	P24
		• Custos de utilização	◦ Valor actual dos custos de utilização por m ² de área útil	P25

Quadro 9 – Indicadores, parâmetros e categorias da metodologia SBTool^{PT} – H (Mateus & Bragança, 2009)

O processo de avaliação é composto por três fases:

Fase 1 – Quantificação do desempenho ao nível de cada indicador;

Fase 2 – Quantificação do desempenho ao nível das categorias, dimensões do desenvolvimento sustentável e quantificação do Nível de Sustentabilidade;

Fase 3 – Preenchimento do Certificado de Sustentabilidade.

Para a quantificação do desempenho ao nível das categorias, dimensões e quantificação do Nível de Sustentabilidade é necessário realizar a agregação de indicadores, tendo por base o sistema de pesos desenvolvido. No quadro seguinte, temos os pesos dos parâmetros e categoria correspondentes à dimensão ambiental (Quadro 10) (Mateus & Bragança, 2009):

Categorias	Parâmetros	Peso do parâmetro (%)	Peso da categoria (%)
C1 – Alterações climáticas e qualidade do ar exterior	P1 – Valor agregado das categorias de impacte ambiental de ciclo de vida de área útil de pavimento e por ano	13	13
C2 – Uso do solo e biodiversidade	P2 – Percentagem utilizada do índice de utilização líquido	8	20
	P3 – Índice de impermeabilização	1	
	P4 – Percentagem da área de intervenção previamente	3	
	P5 – Percentagem de áreas verdes ocupadas por plantas	4	
	P6 – Percentagem de área em planta com reflectância igual ou superior a 60%	4	
C3 – Energia	P7 – Consumo de energia primária não renovável na fase	16	32
	P8 – Quantidade de energia que é produzida no edifício através de fontes renováveis	16	
C4 – Materiais e resíduos sólidos	P9 – Percentagem em custo de materiais reutilizados	9	29
	P10 – Percentagem em peso do conteúdo reciclado do	9	
	P11 – Percentagem em custo de produtos de base orgânica que são certificados	7	
	P12 – Percentagem em massa de materiais substitutos do cimento no betão	3	
	P13 – Potencial das condições do edifício para a promoção da separação de resíduos sólidos	1	
C5 – Água	P14 – Volume anual de água consumido per capita no	3	6
	P15 – Percentagem de redução do consumo de água	3	

Quadro 10 – Peso de cada parâmetro e categoria ambiental na quantificação do desempenho ambiental do edifício (Mateus & Bragança, 2009)

No Quadro 11 encontram-se os pesos de cada parâmetro e categoria social na quantificação do desempenho social do edifício.

Categorias	Parâmetros	Peso do parâmetro (%)	Peso da categoria (%)
C6 – Conforto e saúde dos utilizadores	P16 – Potencial de ventilação natural	7	60
	P17 – Percentagem em peso de materiais de acabamento com baixo conteúdo de COV	7	
	P18 – Nível de conforto térmico médio anual	19	
	P19 – Média do Factor de Luz do Dia Médio	15	
	P20 – Nível médio de isolamento acústico	12	
C7 – Acessibilidade	P21 – Índice de acessibilidade a transportes públicos	17	30
	P22 – Índice de acessibilidade a amenidades	13	
C8 – Sensibilização e educação para a sustentabilidade	P23 – Disponibilidade e conteúdo do Manual do Utilizador do Edifício	10	10

Quadro 11 – Peso de cada parâmetro e categoria social na quantificação do desempenho social do edifício (Mateus & Bragança, 2009)

Por último, no Quadro 12 temos o peso de cada parâmetro económico na quantificação do desempenho económico do edifício.

Categorias	Parâmetros	Peso do parâmetro (%)	Peso da categoria (%)
C9 – Custos de ciclo de vida	P24 – Valor do custo de investimento inicial por m ² de área útil de pavimento	50	100
	P25 – Valor actual dos custos de utilização inicial por m ² de área útil de pavimento	50	

Quadro 12 – Peso de cada parâmetro económico na quantificação do desempenho económico do edifício (Mateus & Bragança, 2009)

A cada dimensão do desenvolvimento sustentável corresponde uma percentagem, sendo o de maior importância a ambiental com um peso de 40%, seguida da dimensão social e da económica com um peso de 30% cada.

ID	Dimensão	Peso (%)
DA	Ambiental	40
DS	Social	30
DE	Económica	30

Quadro 13 - Peso de cada dimensão na quantificação do desempenho global do edifício (Nível de Sustentabilidade) (Mateus & Bragança, 2009)

A categorização dos níveis de desempenho é realizada através de uma escala constituída por seis níveis: de E (menos sustentável) a A⁺ (mais sustentável), onde D corresponde à prática convencional e A à melhor prática (Figura 14).

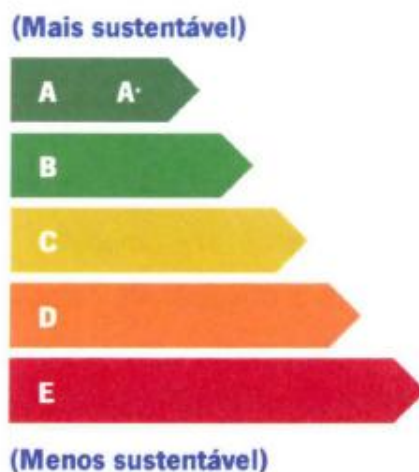


Figura 14 – Escala utilizada na categorização dos níveis de desempenho de um edifício (Mateus & Bragança, 2009)

A comunicação dos resultados obtidos na avaliação da sustentabilidade através da metodologia SBTTool^{PT} – H, realiza-se através do certificado de sustentabilidade apresentado na Figura 15. Este certificado é composto por três campos. No campo 1 trata-se da identificação do edifício, ou seja, o tipo de edifício e o seu local de implantação. No campo 2 apresenta-se o nível de sustentabilidade do edifício em estudo e o seu desempenho ao nível das três dimensões do desenvolvimento sustentável (ambiental, social e económica). Por último, no campo 3, apresenta-se o desempenho do edifício ao nível de cada uma das nove categorias, o que permite saber os aspetos a serem melhorados num determinado projeto e compreender as suas mais-valias.

Certificado de Sustentabilidade

Nº Certificado



SBTOOL^{pt}

ferramenta para a construção sustentável

2

1 - IDENTIFICAÇÃO DO EDIFÍCIO

TIPO Edif. Habitação Unifamiliar Edif. Habitação Multifamiliar

MORADA / SITUAÇÃO

Rua/Avenida/Praça _____

Localidade _____ Freguesia _____

Concelho _____ Código Postal _____

Imóvel inscrito na _____ Cons. do Reg. Predial de _____

Sob o nº _____ Art. Matricial nº _____

Foto (alçado principal)



2 - ETIQUETA DE SUSTENTABILIDADE

Desempenho ao nível de cada dimensão

Nota Global (NG)

Legenda da ferramenta SBTOOL^{pt}



NG
Nota Global

NA
Nota Ambiental

- Alterações climáticas e qualidade do ar exterior
- Biodiversidade
- Energia
- Materiais e resíduos sólidos
- Água

NS
Nota Social

- Saúde e conforto dos utilizadores
- Acessibilidade
- Sensibilidade e educação para a sustentabilidade

NE
Nota Económica

- Custos de ciclo de vida



NG
Nota Global

3 - DESAGREGAÇÃO DO DESEMPENHO POR CADA CATEGORIA

C1C2C3C4C5C6C7C8C9

A+

A

B

C

D

E



Legenda

- C1 Alterações climáticas e qualidade do ar exterior
- C2 Biodiversidade
- NA C3 Energia
- C4 Materiais e resíduos sólidos
- C5 Água
- C6 Saúde e conforto dos utilizadores
- NS C7 Acessibilidade
- C8 Sensibilidade e educação para a sustentabilidade
- NE C9 Custos de ciclo de vida

Nome do responsável pela emissão do certificado _____

Avaliador _____

Data de emissão _____

ENTIDADE SUPERVISORA



International Initiative for a Sustainable Built Environment

Figura 15 – Certificado de sustentabilidade de um edifício avaliado através da metodologia SBTool^{PT} – H (Mateus & Bragança, 2009)

4.2 A sua aplicação na Reabilitação

A reabilitação de edifícios, quer seja em centros históricos ou em centros urbanos é sempre uma mais-valia em comparação com a construção de novos edifícios. Na reabilitação podemos diminuir a utilização de materiais novos com a recuperação e reutilização de materiais existentes no edifício (diminuindo assim os custos de construção) e assim reduzimos os resíduos de construção e por sua vez diminuímos as emissões de CO₂ e dos gases com efeito de estufa (GEE).

A avaliação da sustentabilidade na reabilitação de edifícios com a aplicação da ferramenta SBTool^{PT} – H na fase de projeto permite diminuir os consumos de energia e os consumos de água na fase de construção e utilização. Isto só é possível se na fase de projeto forem previstas medidas, como por exemplo, a existência de autoclismos de dupla descarga, de torneiras com redutor de caudal e arejador e de um sistema que permita a reutilização e utilização das águas pluviais e residuais domésticas.

Com estas medidas conseguimos diminuir os consumos de água na fase de utilização. A reutilização das águas pluviais e residuais domésticas são uma mais-valia para a diminuição do consumo de água potável uma vez que podem ser utilizadas para rega e/ou para a lavagem de espaços exteriores, como água para descarga dos autoclismos entre outros. No entanto, no caso da reabilitação em centros históricos em que a área de implantação é igual à área definida no PDM, por vezes não é possível implementar qualquer tipo de sistema para reutilização e armazenamento de águas pluviais e residuais domésticas.

O recurso a fontes de energia renovável permite diminuir os consumos de energia, no entanto, o Instituto de Gestão do Património Arquitetónico e Arqueológico (IGESPAR) não permite que sejam colocados painéis solares em edifícios localizados nos centros

históricos. Assim não é possível fazer a avaliação deste parâmetro de sustentabilidade em edifícios localizados nestas zonas, e por sua vez não é possível obter qualquer tipo de classificação. Esta restrição incentiva o recurso a fontes de energia não renováveis o que terá como consequência o aumento dos impactos ambientais e os consumos de energia.

De forma a contornar esta situação, devemos recorrer a equipamentos mais eficientes (Classe A ou A⁺), lâmpadas de baixo consumo, vidros de baixa emissividade e ainda a tecnologias solares passivas de aquecimento e arrefecimento (Capítulo 5) uma vez que, a partir de fontes naturais e da orientação do edifício podemos melhorar o conforto térmico do mesmo. No entanto, não existe qualquer tipo de parâmetro que contemple e beneficie o recurso a tecnologias solares passivas na ferramenta SBTTool^{PT} – H.

A legislação de eficiência energética em vigor, Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), isenta o estudo térmico em edifícios com intervenções de reabilitação. De acordo com a ferramenta em estudo, com a falta de projeto de térmica não é possível avaliar os seguintes parâmetros:

- Energia primária não renovável (P7);
- Energia produzida localmente a partir de fontes renováveis (P8);
- Conforto térmico (P18).

Apesar de não ser possível avaliar os parâmetros já referidos, são muitas as vantagens de se apostar na avaliação e reabilitação sustentável dos edifícios nos centros urbanos e históricos:

- Ao reabilitarmos estamos a reutilizar o solo e a diminuir a área impermeabilizada em comparação com a construção de edifícios novos;
- Os centros urbanos são zonas com várias amenidades (restaurantes, serviços públicos, centros comerciais entre outros);

- São locais com uma rede transportes públicos que serve toda a cidade (metro, comboio, autocarros);
- No caso de edifícios localizados em centros históricos as infraestruturas já existem, logo os custos indiretos serão mais baixos em comparação com a construção nova.

Conclui-se assim que é possível reabilitar de forma sustentável de acordo com os princípios da ferramenta SBTTool^{PT} – H contudo, há que haver melhorias na ferramenta e na legislação em vigor para que se consiga fazer uma melhor análise de sustentabilidade.

5 Tecnologias para a Construção Sustentável

5.1 Arquitetura Bioclimática

A arquitetura bioclimática consiste em projetar o edifício tendo em conta as variáveis climáticas existentes no local e como estas podem interagir com o edifício de forma positiva e propiciar as condições de conforto térmico adequadas a cada espaço, ou seja, projetar o edifício tendo em conta a orientação solar, o clima, o vento, a humidade, a temperatura, a radiação, a altitude, as características do terreno, a topografia, a vegetação, os seus recursos e a existência ou não de edificações nas proximidades.

A adoção de um sistema construtivo depende das variáveis existentes no local onde se insere o edifício pois só assim conseguimos um bom desempenho ambiental e energético, onde os ganhos e as perdas se compensam e os consumos energéticos diminuem (Gonçalves & Graça, 2004; EcoCasa, 2013).

Assim, quando falamos em arquitetura bioclimática ou arquitetura solar passiva estamos apenas a falar em tecnologias solares passivas, que têm como base a forma, a orientação do edifício e o clima local sem o recurso a tecnologias solares ativas, como painéis solares térmicos ou fotovoltaicos.

5.2 Tecnologias solares passivas

Segundo Paul, 1979 (Citado em Mendonça, 2005) um sistema solar passivo de aquecimento ou arrefecimento pode ser definido como aquele em que as trocas de energia térmica se fazem por meios naturais (Mendonça, 2005). A orientação solar do edifício e a disposição dos compartimentos são medidas importantes a ter em atenção,

independentemente de se tratar de um sistema passivo de aquecimento ou de arrefecimento (Rocheta & Farinha, 2007).

5.2.1 Sistemas de arrefecimento passivos

Os sistemas de arrefecimento passivo baseiam-se em estratégias que a partir das fontes frias existentes diminuem a temperatura interior dos edifícios. Desta forma, estes sistemas podem diminuir ou até mesmo eliminar a necessidade de utilização de um sistema de climatização convencional (Gonçalves & Graça, 2004; EcoCasa, 2013).

No verão, pretende-se tirar partido de fontes frias de forma a arrefecer o edifício. No caso do Sol, as temperaturas são sempre inferiores à temperatura do ar exterior, sendo por isso uma excelente fonte de arrefecimento dos edifícios. A outra fonte fria é o ar exterior, que em determinadas horas do dia (noite e manhã) apresenta uma temperatura inferior à temperatura interior dos edifícios. Isto deve-se às grandes amplitudes térmicas diárias no período de Verão verificadas na temperatura do ar, no entanto, depende da zona do país onde se localiza o edifício (Gonçalves & Graça, 2004). A ventilação natural para arrefecimento dos espaços define-se como uma boa estratégia principalmente ao início da manhã e à noite. O desempenho energético dos caixilhos, o tipo de vidro existente, o tipo e utilização de proteção dos vãos, a existência de vegetação, a presença de água, a utilização de cores claras nas superfícies são alguns aspetos que também influenciam o arrefecimento dos compartimentos (EcoCasa, 2013). Existem ainda outros sistemas de arrefecimento, tais como o arrefecimento radiativo, evaporativo e o arrefecimento pelo solo.

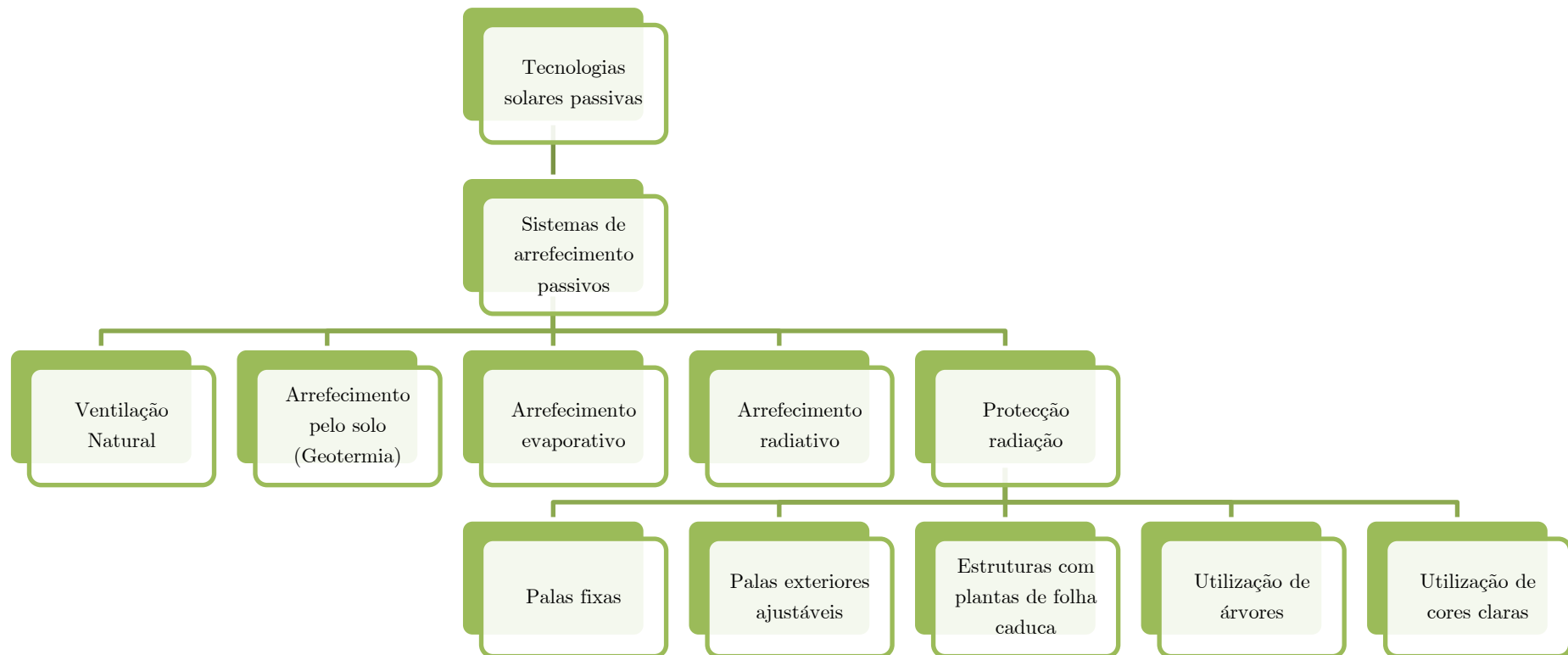


Figura 16 – Sistemas de arrefecimento passivo

5.2.1.1 Ventilação natural

A ventilação natural é um processo pelo qual é possível arrefecer os edifícios tirando partido da diferença de temperaturas existente entre o interior e o exterior em determinados períodos (Citado em Gonçalves & Graça, 2004).

A disposição e o dimensionamento das aberturas são aspetos importantes a ter em conta para se conseguir uma boa ventilação. Quanto aos envidraçados, as aberturas deverão ser maiores na fachada orientada ao vento dominante no Verão e a menor na fachada oposta. A circulação do ar no interior é otimizada instalando nas janelas e nas portas exteriores grelhas com sistemas de regulação de caudal, de forma a permitirem a passagem do ar (Mendonça, 2005).

De acordo com Serra e Coch, 1995 (Citado em Mendonça, 2005), a ventilação cruzada consiste em favorecer o movimento de ar de um espaço, ou de uma sucessão de espaços associados, mediante a colocação de aberturas em fachadas opostas para arrefecimento noturno durante o Verão. As aberturas devem situar-se em fachadas que estejam em comunicação com espaços exteriores, que possuam condições de radiação ou de exposição ao vento, com características muito diferentes.

O efeito da estratificação do ar nos edifícios pode produzir ventilação quando não existe deslocação do ar exterior. Assim, colocando uma abertura na parte superior do espaço, o ar quente tenderá a sair e será substituído por ar fresco exterior introduzido no edifício por aberturas localizadas a um nível mais baixo (Mendonça, 2005). A esta ventilação dá-se o nome de ventilação induzida.

No caso da temperatura exterior ser elevada não se gera uma boa extração do ar, por efeito chaminé. Para que o mesmo funcione de forma correta deve haver uma diferença de

temperatura entre o ar quente na parte superior do espaço habitado e o ar exterior. Portanto, será necessário colocar na cobertura do espaço a condicionar uma câmara com um captador de cor escura e protegido por uma cobertura de vidro. *Assim, o ar dentro da câmara é aquecido, diminuindo a sua densidade e produzindo um efeito de sucção nas aberturas inferiores, que estão em contacto com o ambiente interior. Consequentemente irá existir extração do ar interior* (Citado em Lanham et al., 2004).

As câmaras solares, Figura 17, orientam-se sempre para a máxima intensidade da radiação solar, ou seja, para Sul, Este ou Oeste, de acordo com o horário de utilização previsto (Mendonça, 2005). A câmara deve estar acima da cobertura. (Gonçalves & Graça, 2004).

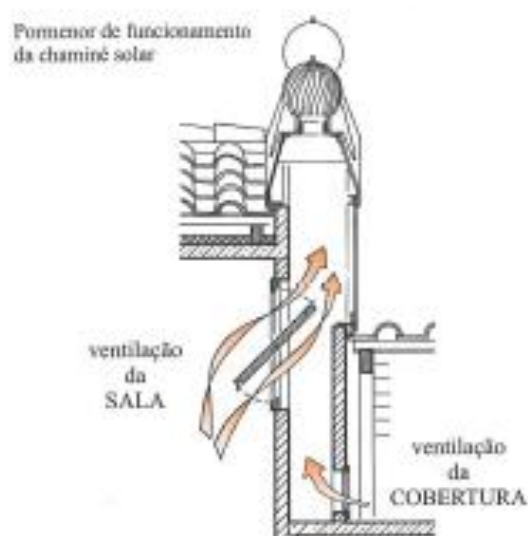


Figura 17 - Chaminé Solar (Gonçalves et al., 1997)

5.2.1.2 Arrefecimento pelo solo (Geotermia)

O solo, no Verão, apresenta temperaturas inferiores à temperatura exterior, e constitui uma importante fonte fria e poderá, no período de Verão, intervir como uma fonte de dissipação de calor. Esta dissipação pode ocorrer por processos diretos ou indiretos. (Citado em Gonçalves & Graça, 2004).

Entende-se por processo direto aquele em que o solo está em contacto direto com toda a envolvente do edifício (paredes e pavimento). Do ponto de vista térmico, o interior do edifício encontra-se ligado ao solo por condução através dos elementos construtivos. Quando o arrefecimento ocorrer por contacto indireto, o interior do edifício está associado a um permutador existente no solo, que consiste na colocação de condutas subterrâneas colocadas de 1 a 3 m de profundidade. O desempenho deste sistema depende da dimensão das condutas, da profundidade a que são colocadas, ou seja, da temperatura em que se encontra o solo e da velocidade e temperatura do ar que circula no seu interior e das propriedades térmicas das condutas e do solo (Figura 18 e 19) (Gonçalves & Graça, 2004).



Figura 18 – Entrada interior dos tubos enterrados. Arrefecimento pelo Solo. (Gonçalves et al., 1997)



Figura 19 – Entrada exterior dos tubos enterrados. Arrefecimento pelo Solo. (Gonçalves et al., 1997)

5.2.1.3 Arrefecimento evaporativo

Esta técnica inclui o recurso à vegetação, fontes, piscinas e lagos artificiais para promover a evapotranspiração (Figura 20). Baseia-se na diminuição de temperatura associada à mudança de fase da água do estado líquido para o estado de vapor (Gonçalves & Graça, 2004). A radiação solar ao incidir na água é absorvida e refletida na envolvente, conduzindo assim ao arrefecimento do espaço.

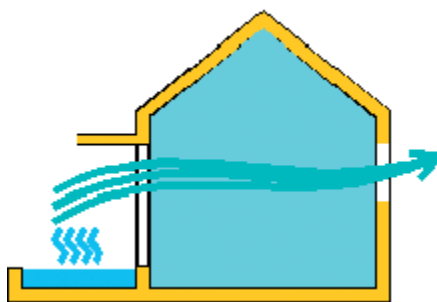


Figura 20 – Arrefecimento evaporativo
(Gonçalves & Graça, 2004)

5.2.1.4 Arrefecimento radiativo

Os sistemas passivos baseados nesta estratégia utilizam geralmente a cobertura dos edifícios como elemento radiativo pelo facto de ser o elemento com maior exposição solar, favorecendo assim as trocas radiativas (Figura 21). A emissão de radiação por parte dos elementos da envolvente exterior de um edifício poderá ser utilizada no arrefecimento do mesmo. As perdas ocorrem ao longo de todo o dia, no entanto é no período noturno que os seus efeitos mais se fazem sentir devido à ausência de radiação direta. Este tipo de solução só será efetivo nos últimos pisos dos edifícios (Citado em Gonçalves & Graça, 2004).

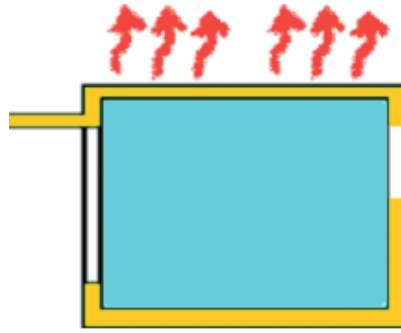


Figura 21 – Arrefecimento Radiativo
(Gonçalves & Graça, 2004)

5.2.1.5 Proteção da radiação

No Verão, o Sol encontra-se mais alto o que reduz a sua incidência em fachadas voltadas a Sul, no entanto, deve-se diminuir ao máximo essa incidência. Uma das formas é a utilização de sombreamentos exteriores, tais como palas fixas, palas exteriores ajustáveis, árvores, ou ainda, estruturas com plantas de folha caduca. A utilização de vidros de baixa emissividade reduz os ganhos de calor, logo contribui para a redução da captação de energia solar por radiação devido ao seu comportamento. As dimensões das janelas devem ser bem estudadas, de forma a não serem exageradas e provocar condições de desconforto (Lanham et al., 2004).

As fachadas a Oeste e Leste, assim como a cobertura estão sujeitas a radiação muito intensa durante o Verão. Assim, devem ser incluídas poucas aberturas nestas zonas e a existirem, devem ser de pequena dimensão visto a sua única função ser de ventilação e iluminação (não são úteis para a captação da energia solar no Inverno) (Lanham et al., 2004).

a) Palas fixas

As palas fixas, Figura 22, ao serem colocadas no local correto e dimensionadas de acordo com a orientação solar, impedem a passagem da radiação direta para o interior do edifício no Verão (Lanham et al., 2004).



Figura 22 – Palas fixas através de beirados salientes (Gonçalves et al., 1997)

b) Palas exteriores ajustáveis

Palas exteriores ajustáveis como estores, portadas ou toldos, ou os sombreamentos interiores, como cortinas e cortinados, são algumas soluções a ter em conta para reduzir os ganhos solares sobre os edifícios.

Apesar de os mecanismos de sombreamento pelo interior serem de manuseamento mais fácil, em virtude da sua acessibilidade, são menos eficientes do que os mecanismos pelo exterior. Isto sucede porque os mecanismos ao estarem localizados no interior do edifício nunca refletem totalmente a luminosidade, sendo parte da energia absorvida pela habitação. Em mecanismos externos a energia é dissipada pela ventilação exterior, logo é um sistema mais eficiente (Lanham et al., 2004).

c) Estruturas com plantas de folha caduca

As estruturas com plantas de folha caduca, como as trepadeiras, promovem sombreamento no Verão através das folhas e reduzem a radiação que incidiria diretamente na fachada (Lanham et al., 2004). No Inverno promovem a iluminação natural com a ausência da folha na estrutura.

d) Utilização de árvores

As árvores funcionam como sombreamento e ainda promovem o arrefecimento da área através da sua transpiração na estação de arrefecimento (Lanham et al., 2004). A utilização de plantas autóctones nos espaços verdes também é uma boa opção.

e) Utilização de cores claras

A cor dos edifícios é outro aspeto importante a ter em consideração. A utilização de cores claras, como o branco, não absorvem tanto a radiação solar logo favorecem naturalmente o desempenho térmico dos edifícios na estação de arrefecimento (Figura 23).



Figura 23 – Adoção de cores claras
(Gonçalves et al., 1997)

5.2.2 Sistemas de aquecimento passivos

Os sistemas de aquecimento passivo utilizam a radiação solar para aquecer os espaços interiores e assim contribuem para o conforto interior. Estes tipos de sistemas devem ser desenvolvidos tendo em conta a orientação solar, o correto dimensionamento dos vãos e o tipo de atividade a desenvolver em cada divisão, tirando o máximo partido dos ganhos diretos e indiretos.

Estes sistemas passivos pretendem maximizar a captação do Sol no Inverno, através de vãos envidraçados bem orientados e dimensionados, aos quais se podem associar elementos com alguma massa, que permitem o armazenamento da energia solar e a sua utilização em horas posteriores (Gonçalves & Graça, 2004).

Os sistemas de aquecimento dividem-se segundo a forma como se dão os ganhos, ou seja, em ganho direto, indireto e separado. O ganho direto de aquecimento ocorre através dos envidraçados dos edifícios estando o ganho dependente da dimensão do envidraçado, da exposição solar e da massa do elemento onde incidem. *O ganho indireto consegue-se de uma forma mais lenta através da captação da radiação solar por parte de uma massa térmica que atua como elemento acumulador de calor – o calor é cedido ao interior de forma controlada retardando e amortecendo as oscilações das temperaturas interiores. O ganho separado tem esta denominação pelo facto dos ganhos solares se dar normalmente em zonas anexas à área habitável* (Citado em Rocheta & Farinha, 2007).

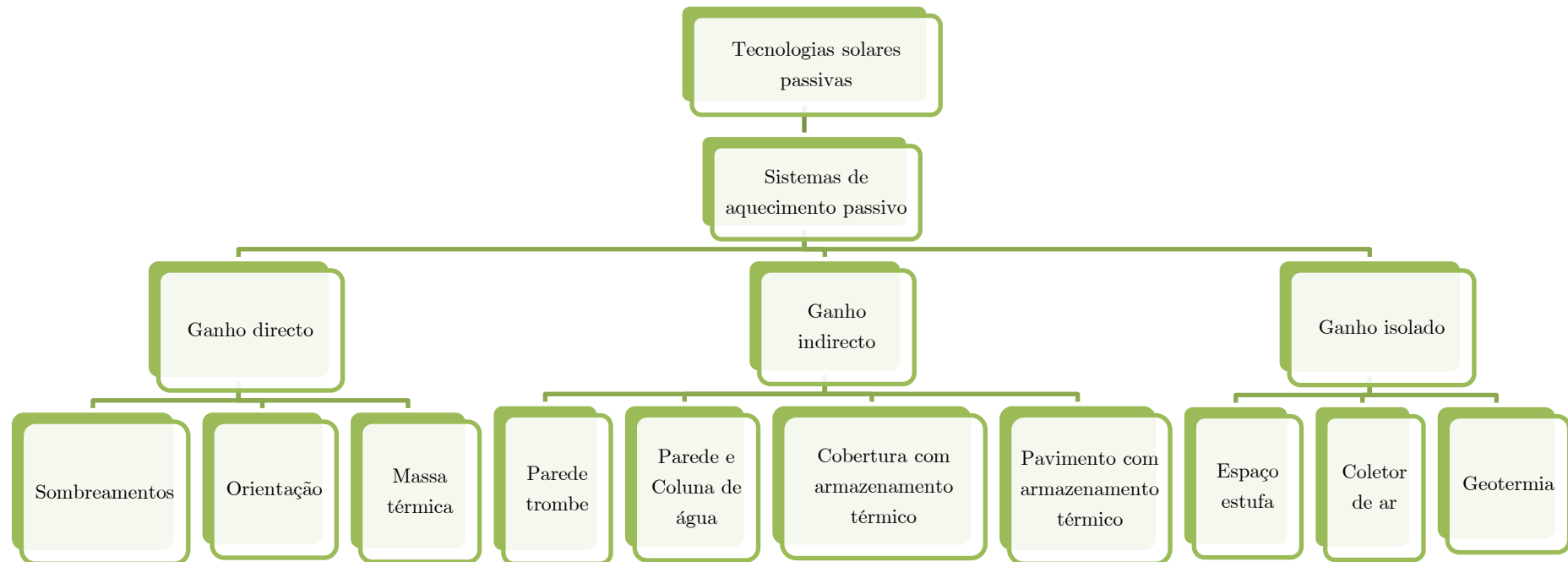


Figura 24 – Sistemas de aquecimento passivos

5.2.2.1 Ganho direto

Nos ganhos diretos é feito o aproveitamento da radiação solar direta sobre vãos, maximizando assim os ganhos térmicos para o aquecimento do interior dos espaços. Contudo, para que não haja sobreaquecimentos, deve-se ter em conta a utilização de sombreamentos ajustáveis, a orientação e a massa térmica do edifício (Ecocasa, 2013).

a) Sombreamentos

Para que possamos ter um equilíbrio, tanto no Inverno como Verão, o melhor será a utilização de sombreamentos exteriores ajustáveis, pois no Inverno queremos receber o máximo da radiação solar para aquecimento dos espaços interiores. No Verão, podemos programá-los de forma a diminuir ao máximo a radiação incidente, pois esta poderá levar ao sobreaquecimento dos espaços (Figura 25) (Gonçalves & Graça, 2004).

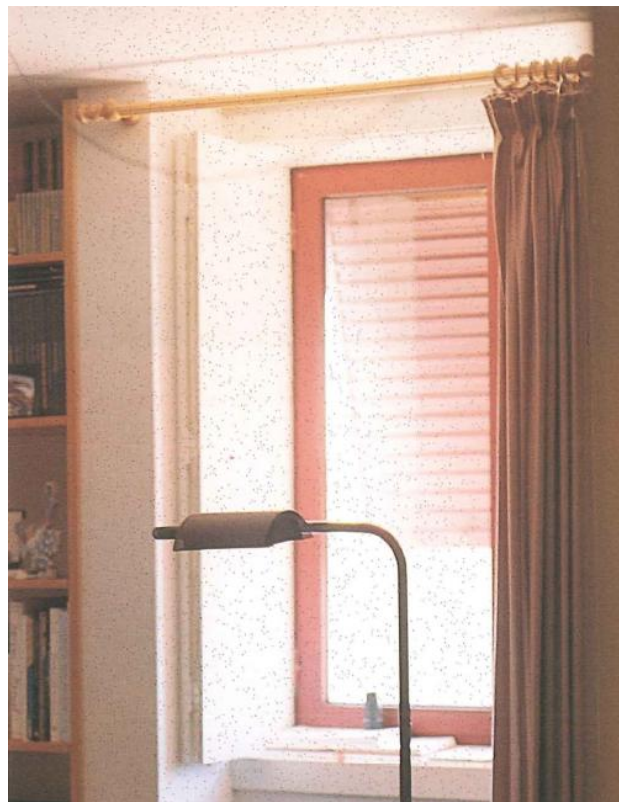


Figura 25 – Vão envidraçado com sombreamento exterior através de estores (Gonçalves et al., 1997)

b) Orientação

Quanto à orientação do edifício, o mais importante a ter em conta é a exposição solar, para além, da forma do edifício e dos ventos dominantes.

Um edifício com a maior fachada voltada a Sul recebe a máxima radiação. *No Verão interessa restringir esses mesmos ganhos, pelo que é importante que os vãos sejam dotados de dispositivos de sombreamento eficazes, principalmente nos vãos a Poente e Nascente. Nos quadrantes Norte, Nascente e Poente, seria desejável que a abertura de vãos se restrinja a menores dimensões. No Inverno interessa promover os ganhos de radiação, pelo que se apresenta benéfica a abertura de vãos envidraçados no quadrante Sul* (Citado em Gonçalves & Graça, 2004).

Na orientação do edifício deve-se também ter em conta os ventos dominantes e a sua influência na ventilação natural e infiltrações. A forma do edifício é importante pois influencia a superfície de contacto edifício/exterior estando naturalmente relacionada com as perdas e ganhos de calor. No Verão, a exposição ao vento é benéfica porque aumenta a ventilação, mas no Inverno isto já não é verdade (Lanham et al., 2004).

c) Massa térmica

A massa térmica é responsável pelo atraso entre o fornecimento de calor e o aumento da temperatura no interior do edifício. Este fenómeno pode ser explorado a diferentes níveis, nomeadamente em associação com um correto isolamento térmico e ventilação (Citado em Lanham et al., 2004).

No entanto, quanto maior a massa térmica, menor será a amplitude térmica, e mais difícil será aquecer o edifício. É necessário um equilíbrio entre a massa térmica, o isolamento e a área dos vãos, dependendo muito do tipo de edifício e localização do mesmo (Gonçalves &

Graça, 2004). Quanto ao isolamento, este previne a transferência de calor por condução entre o interior e o exterior do edifício (Lanham et al., 2004).

Durante o período diurno, a massa térmica envolvente (paredes e pavimentos) absorve o calor resultante da incidência direta da radiação solar e, durante o período noturno, devolve-o ao espaço (Gonçalves & Graça, 2004).

5.2.2.2 Ganho indireto

Nos sistemas de ganho indireto a radiação solar incide sobre uma massa térmica, colocada entre o Sol e o espaço a aquecer. A radiação absorvida pelo elemento transforma-se em energia térmica e é transferida para o interior do edifício. Estes sistemas possibilitam maior controlo das oscilações de temperatura, pois o espaço a condicionar não recebe diretamente a radiação solar, e assim evita-se sobreaquecimentos (Citado em Mendonça, 2005).

a) Parede Trombe

A parede de trombe, Figura 26, trata-se de um sistema composto por uma superfície exterior em vidro e uma parede interior maciça em pedra, betão ou outro material com boa capacidade de armazenamento térmico. As superfícies formam entre si uma caixa-de-ar de cerca de 5 a 20 cm, criando-se assim um sistema no qual predomina o efeito de estufa, atingindo-se temperaturas muito elevadas, entre os 30 e os 60°C no espaço entre o vidro e a parede de armazenamento. A parede maciça é de espessura variável, entre os 10 e os 30 cm de espessura e a superfície exterior da parede é normalmente pintada de cor escura, aumentando assim a captação da radiação solar incidente. Este espaço pode ser ou não ventilado (Rocheta & Farinha, 2007; Gonçalves & Graça, 2004).



Figura 26 – Parede de Trombe (Gonçalves et al., 1997)

A parede de armazenamento deverá ter aberturas reguláveis manualmente ou autorreguláveis de termo circulação, na parte superior e inferior, permitindo assim que estas contribuam tanto para o aquecimento como para o arrefecimento, consoante as necessidades (Figura 27) (Rocheta & Farinha, 2007).

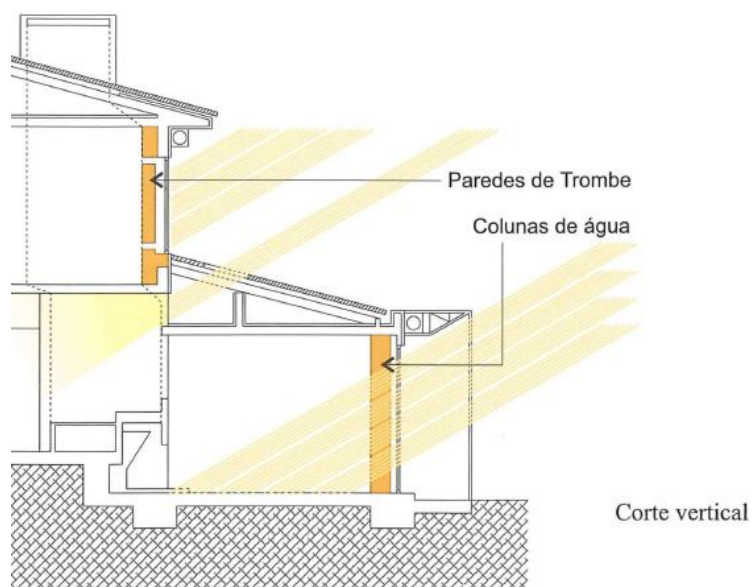


Figura 27 – Parede de Trombe com a possibilidade de ser ventilada ou não (Gonçalves et al., 1997)

Assim, esta “energia” incidente irá sendo acumulada na parede durante o dia, e por condução será transferida para o interior do espaço a aquecer, com uma duração que depende da espessura da parede. Esta estratégia permite “armazenar” energia que estará disponível no período noturno, estabilizando assim as temperaturas nesse espaço. Neste caso, os orifícios estarão fechados (Citado em Gonçalves & Graça, 2004). Este sistema adequa-se bem a climas frios ou temperados e com boa insolação.

Caso seja necessária a transferência imediata desta “energia”, recorre-se à abertura dos orifícios existentes na parede e através da ventilação natural o espaço será aquecido (Gonçalves & Graça, 2004). A eficiência do sistema pode ser melhorada com o uso de dispositivos de oclusão noturna, conforme o Quadro 14 (Lanham et al., 2004).

Estação do ano		Localização dos orifícios de ventilação
Inverno	Dia	Deverão ser abertos quando a temperatura no espaço de ar excede a temperatura do compartimento e seja necessário o aquecimento
	Noite	Para reduzir as perdas de calor, o dispositivo de oclusão noturna e os orifícios de ventilação deveram estar fechados
Verão	Dia	Os orifícios deveram estar fechados e deverá ser previsto o sombreamento do sistema
	Noite	Devem ser abertos os orifícios de ventilação exteriores para facilitar o arrefecimento da parede.

Quadro 14 – Funcionamento dos orifícios numa parede de trombe adaptado (Adaptado de Lanham et al., 2004)

As paredes com as características descritas anteriormente, designam-se por paredes acumuladoras, quando os orifícios estão fechados ou mesmo quando não existam, ficando a parede apenas a aquecer por radiação

b) Paredes e colunas de água

As paredes de água, Figura 28, funcionam da mesma forma que as paredes de trombe, e consistem numa massa de água geralmente contida em recipientes de cor com a vantagem da transferência de calor se dar mais rapidamente. Este sistema deve conter um dispositivo de sombreamento móvel, para que nas noites de Inverno possa reduzir as perdas de calor do interior e durante o dia no Verão de forma a evitar ganhos solares excessivos (Rocheta & Farinha, 2007).

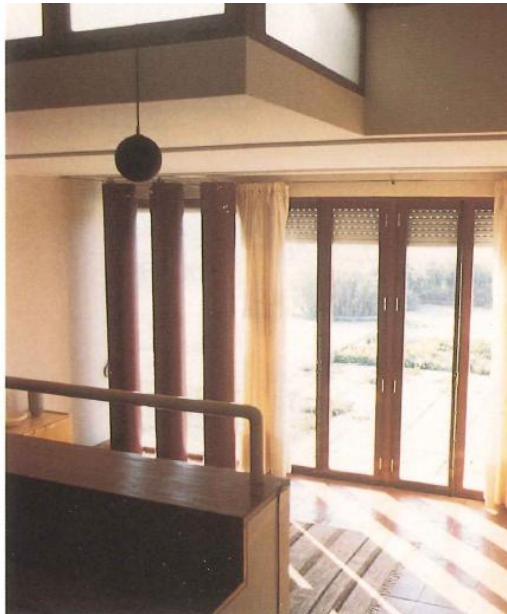


Figura 28 – Colunas de água com dispositivo de sombreamento móvel (Gonçalves et al., 1997)

c) Cobertura com armazenamento térmico

Neste sistema coloca-se sobre a laje da cobertura uma massa de água exposta à radiação solar, para absorver e armazenar calor. A água é usualmente contida em recipientes, sobre os quais se coloca uma cobertura plástica com o objetivo de limitar as perdas por convecção para o exterior (Lanham et al., 2004).

A parte interior da cobertura é normalmente revestida com chapa metálica, com um tratamento anti - humidade para favorecer, por radiação, a transmissão de calor para o interior. Esta solução só é possível para pés-direitos pequenos, pois a intensidade da radiação diminui rapidamente com a distância. Deve dispor ainda de um isolamento móvel para reduzir, no Inverno, as perdas de calor não desejadas durante a noite e evitar, durante o dia, no Verão os ganhos solares excessivos (Lanham et al., 2004).

5.2.2.3 Ganho isolado

Nos sistemas de ganho isolado, a captação dos ganhos solares e o armazenamento da energia captada não se encontram nas áreas ocupadas dos edifícios. Os espaços estufa são exemplos deste sistema e utilizam a combinação dos efeitos de ganho direto e indireto.

A energia solar é transmitida ao espaço adjacente à estufa por condução através da parede de armazenamento que os separa e ainda por convecção, no caso de existirem orifícios que permitam a circulação de ar, como mostra a Figura 29 (Citado em Gonçalves & Graça, 2004).

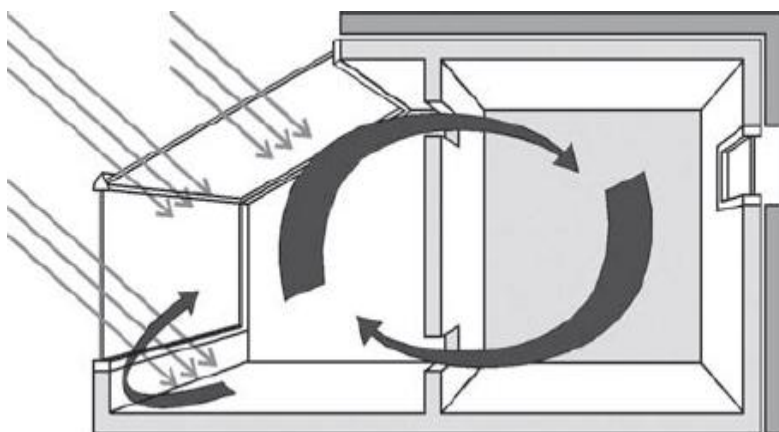


Figura 29 – Sistema ganho isolado (Gonçalves & Graça, 2004)

a) Espaço estufa

O primeiro requisito para a introdução duma estufa numa habitação é dispor de um espaço orientado a Sul. As superfícies envidraçadas a Este, Oeste e da cobertura deverão ser reduzidas ao mínimo, ou mesmo ser opacas, já que proporcionam captação de pouco calor no Inverno e produzem problemas de sobreaquecimento no Verão e nas estações intermédias (Mitjá 1999, citado em Lanham et al., 2004).

As estufas só funcionam no Inverno, pois é nesta época que queremos aquecer os espaços. No entanto, de forma a reduzir os ganhos solares e para que o espaço não sofra sobreaquecimento no Verão, as estufas devem conter sombreamentos pelo exterior como a vegetação de folha caduca (Figura 30). O espaço pode ainda ter aberturas inferiores e superiores para que seja possível a renovação de ar (Gonçalves et al., 1997).



Figura 30 – Espaço estufa com sombreamento (vinha) (Gonçalves et al., 1997)

As varandas e as marquises fechadas, que tanto caracterizam o edificado português são bons exemplos de espaços estufa. Trata-se de zonas térmicas com grandes áreas envidraçadas adjacentes ao edifício que captam energia solar e ao mesmo tempo

desempenham um papel de barreira térmica (Leal & Aelenei, 2013). Não podemos esquecer que deverão ser reguláveis manualmente ou mecanicamente, para que o espaço possa ser ventilado.

b) Coletor de ar

Segundo Gonçalves et al., 2004, os sistemas de coletor a ar, Figura 31 e 32, são constituídos por uma superfície de vidro e uma outra absorvente sem qualquer capacidade de armazenamento térmico. Funcionam em termossifão e permitem ventilar os espaços interiores adjacentes ao longo de todo o ano. Corresponde a um sistema que permite aquecer o ar exterior a insuflar no interior do edifício numa situação de Inverno, utilizando para tal um dispositivo de captação solar. Este dispositivo permite que toda a radiação absorvida seja transmitida diretamente ao ar de insuflação. No verão o sistema permite a extração do ar quente do interior (Gonçalves & Graça, 2004). Não necessita de qualquer dispositivo mecânico, apenas através da ventilação o ar quente sobe e aquece os espaços interiores adjacentes.



Figura 31 – Coletor Solar. Vista Interior (Gonçalves et al., 1997)



Figura 32 – Coletor Solar. Vista exterior (Gonçalves et al., 1997)

6 Aplicação do SBTool^{PT} – H a caso prático

O caso prático tem por objetivo a análise de dois edifícios tendo em conta os princípios da ferramenta SBTool^{PT} – H. Os dois edifícios em estudo encontravam-se bastante degradados e ambos foram sujeitos a intervenções de reabilitação. Em cada edifício serão analisados todos os parâmetros de cada categoria da ferramenta em estudo e será verificada a sua aplicabilidade nos dois edifícios de acordo com o Guia de Avaliação. Caso não seja possível aplicar um determinado parâmetro aquando da avaliação de um edifício, serão apresentadas propostas de melhoria que, após implementadas, permitam a verificação do mesmo.

6.1 Caso Prático Rua do Comércio do Porto

6.1.1 Enquadramento

O edifício objeto deste estudo situa-se na Rua do Comércio do Porto n.ºs 93 e 97 da freguesia de S. Nicolau e de acordo com Estudo Prévio, SRU encontrava-se bastante degradado. De acordo com dados recolhidos, estima-se que o edifício foi construído antes de 1980, em substituição de outro ou de algum pardieiro. Embora a Rua date do século XII-XIII, o edifício será do século XVIII, pelas suas características. Trata-se de uma moradia unifamiliar, situado a meio da Rua do Comércio, uma rua estreita que se encosta na massa rochosa de S. João Novo.

O edifício seria originalmente composto por 3 pisos, sem o atual recuado. O recuado foi provavelmente construído no século XIX, ocupa meia planta e as paredes exteriores eram compostas por tabique, e posteriormente foi transformado em pombal. O R/C serviu de

comércio ou de despensa própria. A fachada principal e as paredes meeiras eram em pedra e foram preservadas aquando a intervenção de reabilitação.

6.1.2 Descrição do edifício

O edifício em estudo, de habitação multifamiliar, localiza-se no centro histórico do Porto, Património Mundial da Unesco, e faz parte da Zona de Intervenção Prioritária (ZIP), logo também pertence à área crítica de recuperação e reconversão urbanística (ACRRU). A intervenção foi executada, segundo a Lei n.º 31/2012, como uma operação de reabilitação simples pela ERI Engenharia, em 2009.

O edifício é composto por 4 pisos com 4 frações, uma loja comercial, duas habitações T0 e uma habitação T2, desenvolvida em duplex.

No R/C, a loja comercial tem uma área bruta de 24,5 m², o 1.º e 2.º andar com duas habitações de tipologia T0, com 50,20 m² cada e o 3.º e 4.º andar com uma habitação de

tipologia T2 duplex com uma área bruta de 92,30 m², ficando os quartos no recuado localizado no 4.º andar. A fachada principal encontra-se a Sudeste (SE) e foi mantida.

Quanto às alterações em relação ao edifício existente, o 3.º piso foi ampliado até ao limite da fachada principal, as paredes meeiras foram reforçadas e algumas estruturas em madeira, que servem de base aos pavimentos do 1.º e 2.º



Figura 33 – Fachada Principal voltada a andar, foram recuperadas. Como solução Sudeste (cedido por ERI, Engenharia)

estrutural foi executada uma estrutura metálica em perfis de aço, de forma a reforçar a estrutura que suporta os pisos existentes (Figura 33).

Relativamente ao piso ampliado, a laje é composta por perfis em aço e chapa colaborante assente na estrutura tridimensional e em viga metálica. A estrutura tridimensional em aço, tipo “gaiola”, apoia na parede de betão armado executada “in situ” e é revestida com alvenaria dupla de tijolo (Figuras 34 e 35). A laje do recuado é constituída por perfis em aço e chapa colaborante assentes na estrutura metálica do piso inferior.



Figura 34 – Estrutura Metálica para execução do 3.º andar (cedido por ERI, Engenharia)



Figura 35 – Estrutura Metálica tridimensional para execução do 3.º andar (cedido por ERI, Engenharia)

A parede exterior do 3.º andar é constituída por alvenaria dupla de tijolo, rebocada e pintada. No recuado a parede exterior foi executada em alvenaria dupla de tijolo revestida com chapa metálica canelada. As paredes interiores foram rebocadas e pintadas. Parte da parede meeira do R/C foi recuperada em pedra à vista (Figura 36).



Figura 36 – Parede meeira do R/C com pedra à vista (cedido por ERI, Engenharia)

As paredes interiores de separação de compartimentos, confinantes com outros fogos e entre fogo e os espaços comuns do edifício são em estrutura metálica revestidas a gesso cartonado (Pladur), com lã de rocha no interior. A escada é composta por uma estrutura metálica revestida a gesso cartonado e os degraus e patamares são em madeira. Os pavimentos entre fogos e entre o fogo e os espaços comuns do edifício são revestidos com soalho flutuante, exceto nas instalações sanitárias, que são revestidos a pastilha cerâmica. As paredes das casas de banho são revestidas a pastilha cerâmica da Cinca. Os tetos são revestidos a gesso cartonado (Pladur) com lã de rocha e pintados em todos os pisos. No entanto, o R/C, 1.º e 2.º andar são rebaixados. As caixilharias exteriores são em madeira maciça pintada a tinta de esmalte, incluindo as portadas exteriores do 4.º andar. Os envidraçados são em vidro duplo.



Figura 37 – Clarabóia da comunicação comum



Figura 38 – Clarabóia da instalação sanitária do 4.º andar

As clarabóias do espaço comum e da instalação sanitária do 4.º andar são em madeira e telha de vidro, Figura 37 e 38 respetivamente. A cobertura é composta por uma estrutura em madeira revestida com isolamento térmico e telha cerâmica.

As grades das varandas foram recuperadas, ou seja, decapadas e pintadas a tinta de esmalte forja. As portas interiores são em aglomerado de madeira do tipo MDF. O acesso para as habitações é independente do comércio, como se pode verificar na Figura 39.



Figura 39 – Edifício localizado na Rua do Comércio do Porto

6.2 Caso Prático Rua de Miragaia

6.2.1 Enquadramento

O edifício objeto deste estudo, antes da intervenção de reabilitação era composto por duas frentes, uma voltada a Sudoeste (SO) na Rua de Miragaia e a outra a Nordeste (NE) na Rua da Arménia. Tinha uma área de lote de 40 m² e uma área bruta de 230 m². As fachadas são estreitas, têm apenas 2.80m e 3.00m de largura, respetivamente.

Do lado Sudoeste, o edifício apresentava cinco pisos acima do solo, do lado da Rua da Arménia tinha três pisos acima do solo e um enterrado, verificando-se assim um desnível entre as duas fachadas. Na Rua de Miragaia, no R/C o pavimento encontrava-se rebaixado em cerca de meio metro, em metade da área total junto ao acesso. Presume-se que este desnível seja resultante dos “regulamentos aplicáveis” na época, situação que levou a alagamentos sempre que subia o nível freático, segundo o Estudo Prévio, Porto Vivo. O acesso às habitações com a fachada virada a Sudoeste (SO) era feito pela Rua de Miragaia e as viradas a Nordeste (NE) pela Rua da Arménia, incluindo o piso enterrado.

Em termos estruturais, conforme os dados recolhidos, o edifício era constituído por uma estrutura de paredes fachada. A Sudoeste era apoiada sobre um lintel em granito no alinhamento dos arcos existentes e a Nordeste sobre um “duplo portal de granito” à face da rua. As paredes meeiras, segundo foto retirada no local na fase de limpeza e demolição, eram compostas por uma estrutura tridimensional em madeira, tipo a utilizada na “época pombalina”, contudo pertenciam às habitações contíguas (Figura 40). Assim, os vigamentos em madeira assentavam nas paredes meeiras das habitações adjacentes.



Figura 40 – Constituição das paredes meeiras (cedido por ERI, Engenharia)

A fachada a Sudoeste era revestida a chapa metálica e a fachada a Nordeste em argamassa. As escadas interiores eram em madeira e a cobertura em estrutura de madeira e, ao que foi possível observar sem madres devido ao seu pequeno vão, revestida a telha marselha.

De acordo com o Estudo Prévio, SRU o edifício em estudo encontrava-se bastante degradado a quando da intervenção de reabilitação.

6.2.2 Descrição do edifício

O edifício em estudo, de habitação multifamiliar, localiza-se no centro histórico do Porto, Património Mundial da Unesco, e faz parte da ZIP, logo também pertence à ACRRU. Foi executado, segundo a Lei n.º 31/2012, como uma operação de reabilitação simples pela ERI Engenharia em 2009.

O edifício é composto por 5 pisos e apresenta duas frentes, uma a Sudoeste (SO) e outra a Nordeste (NE). A Sudoeste, na Rua de Miragaia, é feito o acesso à loja no R/C e a Nordeste, na Rua da Arménia, o acesso às habitações. O acesso à habitação de tipologia

T0 no 1.º andar é independente do acesso às habitações de tipologia T0 no 2.º andar e tipologia T1 duplex no 3.º e 4.º andar.

No R/C a loja comercial tem uma área de 32 m², o 1.º e 2.º andar duas habitações de tipologia T0 com 47,75 m² cada. No 3.º e 4.º andar existe uma habitação de tipologia T1 duplex com uma área bruta do fogo de 88,65 m², ficando o quarto no recuado localizado no 4.º andar.

A habitação do 1.º andar só tem uma frente virada para a Rua de Miragaia, no entanto, o acesso à habitação é feito pela Rua da Arménia. As restantes habitações têm duas frentes. Os envidraçados voltados para a Rua de Miragaia, lado Sudoeste, têm maior vão. O 4.º piso, recuado face à Rua da Arménia, tem duas frentes, como podemos verificar nas Figuras 41 e 42.



Figura 41 – Fachada do edifício voltada para a Rua de Miragaia



Figura 42 – Fachada do edifício voltada para a Rua da Arménia

Quanto às alterações em relação ao edifício existente, devido ao elevado estado de degradação do edifício apenas foi possível manter as fachadas.

Como solução estrutural foi executada uma estrutura metálica em treliça com perfis de aço, serve de suporte às lajes de piso, que assenta em fundação de betão armado e fixa à parede meeira. As paredes meeiras são em estrutura de madeira tipo gaioleira preenchidas por pedra já existentes, conforme a Figura 43.



Figura 43 – Estrutura metálica em treliça
(cedido por ERI, Engenharia)

As lajes são compostas por chapas colaborantes, preenchidas por uma malha electro soldada e betão C20/25 e assentes em perfis metálicos (Figura 44).



Figura 44 – Laje do 4.º andar (cedido por ERI, Engenharia)

As paredes interiores de separação de compartimentos, confinantes com outros fogos e entre fogos e os espaços comuns do edifício são em estrutura metálica revestidas a gesso cartonado (Pladur) com lã de rocha no interior. As escadas são compostas por uma estrutura metálica revestida com gesso cartonado e com isolamento pelo interior. Os degraus e os patamares são em madeira. Os pavimentos entre fogos e, entre o fogo e os espaços comuns do edifício, são revestidos com soalho flutuante, exceto nas instalações



Figura 45 – Clarabóia presente no acesso ao espaço comum

sanitárias, que são em pastilha cerâmica. As paredes das casas de banho são também em pastilha cerâmica. Os tetos são rebaixados e revestidos a gesso cartonado (Pladur) com lã de rocha e pintados, em todos os pisos, exceto no 1.º andar pois o pé-direito não o permitiu. Nesse

andar, o gesso cartonado é fixado diretamente ao vigamento. As caixilharias exteriores e as portadas são em madeira maciça pintada a tinta de esmalte. Os envidraçados são em vidro duplo. A chapa que reveste a fachada na zona do 1.º andar voltada para a Rua de Miragaia foi substituída por uma chapa canelada pré-lacada. No espaço de acesso às habitações a iluminação é natural devido à existência de uma clarabóia (Figura 45).

As grades das varandas foram recuperadas, ou seja, decapadas e pintadas a tinta de



Figura 46 – Cobertura em estrutura de madeira Pinho Marítimo

esmalte forja. Existe uma varanda, no 2.º e 3.º andar, voltadas para a Rua de Miragaia. As portas interiores são em aglomerado de madeira do tipo MDF. As coberturas são compostas por uma estrutura em madeira revestida com telha cerâmica e com isolamento térmico (Figura 46).

6.3 Aplicação da metodologia em estudo

Neste capítulo, será desenvolvido o caso prático. Em cada parâmetro define-se o objetivo, o modo de cálculo e a sua aplicabilidade a cada edifício. Caso não seja possível aplicar um determinado parâmetro serão apresentadas propostas de melhoria, que após implementadas permitem a verificação do mesmo.

Dimensão Ambiental		P1
Categoria:	C1 – Alterações climáticas e qualidade do ar exterior	
Indicador:	Impacte ambiental associado ao ciclo de vida dos edifícios	
Parâmetro:	Valor agregado das categorias de impacte ambiental de ciclo de vida por m ² de área útil de pavimento e por ano	
Objetivo:	Promover e premiar a utilização de materiais e de equipamentos de climatização e de preparação das águas quentes sanitárias que apresentem baixo impacte sobre o meio ambiente, considerando a totalidade do seu ciclo de vida.	

Modo de Cálculo:

O desempenho ambiental dos edifícios, localizados na Rua do Comércio do Porto e na Rua de Miragaia e Arménia, durante o seu ciclo de vida, é obtido através da comparação do Valor Agregado das Categorias de Impacte Ambiental de Ciclo de Vida por m² de área útil de pavimento e por ano (P_{LCA}) com o da solução convencional e o da melhor prática atual (Mateus & Bragança, 2009).

Aplicabilidade:

O desempenho ambiental dos edifícios, localizados na Rua do Comércio do Porto e a Rua da Arménia e Miragaia, durante o seu ciclo de vida não pode ser analisado devido à ausência de declarações ambientais de produto dos materiais utilizados em toda a obra.

Propostas de Melhoria:

Percebe-se que ainda há muito a fazer neste parâmetro. A falta de Declarações Ambientais de Produtos inviabiliza análise deste parâmetro tão importante.

Dimensão Ambiental		P2
Categoria:	C2 – Uso do solo e biodiversidade	
Indicador:	Densidade Urbana	
Parâmetro:	Percentagem utilizada do índice de utilização líquido disponível	
Objetivo:	Promover e premiar a utilização eficiente do solo urbanizável.	

Modo de Cálculo:

O desempenho dos edifícios ao nível do parâmetro em estudo expressa-se através da Percentagem Utilizada do Índice de Utilização Líquido Disponível (P_{AUL}), que resulta do quociente entre o índice de utilização líquido do edifício e o índice máximo disponível segundo o PDM local (Plano Diretor Municipal) (Mateus & Bragança, 2009).

Aplicabilidade:

De forma a maximizar o desempenho do edifício é necessário aproximar o índice de utilização líquido do edifício ao máximo definido no PDM local.

Em ambos os edifícios a área de implantação do edifício corresponde área de implantação definida pelo PDM do Porto. Para além disso, no caso do edifício da Rua do Comércio do Porto, o PDM permite aumentar um piso face ao edifício existente, ou seja, o 3.º andar foi aumentado até à face da fachada existente e o 4.º andar ficou recuado de forma a não criar grande impacto visual. Isto só é possível porque os edifícios adjacentes têm 5 e 3 pisos.

Propostas de Melhoria:

Neste parâmetro não existe qualquer tipo de melhoria a apresentar.

Dimensão Ambiental		P3
Categoria:	C2 – Uso do solo e biodiversidade	
Indicador:	Densidade Urbana	
Parâmetro:	Índice de impermeabilização	
Objetivo:	Promover e premiar a permeabilidade dos solos nas áreas urbanas para assegurar a recarga dos aquíferos e diminuir o caudal de ponta nos sistemas de drenagem de águas pluviais.	

Modo de Cálculo:

Conforme o Guia de Avaliação, o desempenho dos edifícios em estudo, face a este parâmetro, é avaliado em função do índice de impermeabilização (P_{IMP}). Este índice resulta do quociente entre o somatório das áreas do lote ocupadas com edificação e áreas pavimentadas com materiais impermeáveis, incluindo acessos ou pátios (A_{IMP}) e a área de terreno ou superfície de referência da operação urbanística (A_{TOT}), expresso em m^2 por m^2 (Mateus & Bragança, 2009).

Aplicabilidade:

Neste caso de estudo os edifícios não contêm uma cobertura ajardinada ou áreas revestidas com grelhas de arrelvamento, nem outros materiais permeáveis. Toda a sua área de implantação encontra-se impermeabilizada. O índice de impermeabilização (P_{IMP}) é de 100% pois a área total do terreno e a área de superfície do terreno impermeabilizado em projeção horizontal são iguais. Esta solução está longe do desejável pois a prática convencional encontra-se nos 60% e a melhor prática nos 30%.

Propostas de Melhoria:

Ambos os edifícios localizam-se no centro histórico do Porto e como tal a envolvente dos edifícios não pode ser alterada. Por isso, não poderá ser colocada uma cobertura ajardinada. As coberturas têm as mesmas características que as dos edifícios existentes, ou seja, são revestidas a telha cerâmica. No entanto, de forma a minimizar os impactos ambientais e a recarga dos aquíferos, os pavimentos exteriores de acesso aos edifícios são em calçada (calcário).

Tratando-se de uma reabilitação já estamos a diminuir os impactos ambientais, visto não estarmos a aumentar a área impermeabilizada com a construção de novos edifícios.

Dimensão Ambiental		P4
Categoria:	C2 – Uso do solo e biodiversidade	
Indicador:	Reutilização de solo previamente edificado ou contaminado	
Parâmetro:	Percentagem da área de intervenção previamente contaminada ou edificada	
Objetivo:	Promover e premiar a reutilização de áreas de solo contaminado ou previamente construídas.	

Modo de Cálculo:

O desempenho dos edifícios ao nível deste parâmetro avalia-se através do valor da Percentagem da Área Previamente Contaminada ou Edificada (P_{ACE}) (Mateus & Bragança, 2009).

Aplicabilidade:

Neste caso, a área total de intervenção corresponde apenas à área de implantação do edifício e a área previamente edificada cumpre as condições definidas no ponto 1 do Guia

de Avaliação. Assim, a percentagem de área previamente edificada é de 100 % superando assim a melhor prática (90%).

Propostas de Melhoria:

Neste parâmetro a reabilitação urbana neste parâmetro é uma mais-valia pois, no caso de arranjos exteriores e arruamentos estes já existem logo a área total de intervenção resume-se à área de implantação do edifício. No caso da ferramenta SBTool^{PT} – H, em intervenções de reabilitação, a prática convencional não será necessariamente zero pois a área total de intervenção (A_{int}) corresponde à área de implantação do edifício, logo será esta a área previamente edificada com uma percentagem próxima dos 100%.

Dimensão Ambiental		P5
Categoria:	C2 – Uso do solo e biodiversidade	
Indicador:	Uso de plantas autóctones	
Parâmetro:	Percentagem de áreas verdes ocupadas por plantas autóctones	
Objetivo:	Promover e premiar a utilização de plantas autóctones nos espaços verdes.	

Modo de Cálculo:

O desempenho dos edifícios ao nível deste parâmetro é avaliado através do valor da Percentagem de Áreas Verdes Ocupadas por Plantas Autóctones (P_{AUT}) e resulta do quociente entre a área verde destinada a plantas autóctones e a área verde total (Mateus & Bragança, 2009).

Aplicabilidade:

Muitas vezes, na reabilitação de edifícios não é possível cumprir este parâmetro devido às características das ruas, onde se localizam os edifícios. É o caso do centro histórico do

Porto, onde as ruas são estreitas e com pouca salubridade. O mau ordenamento do território e a ausência de espaços verdes são também algumas características dos centros históricos que não permitem a avaliação deste parâmetro.

Propostas de Melhoria:

De forma a aumentar o desempenho do edifício em estudo deve-se utilizar flora autóctone (plantas, árvores e arbustos) com baixa necessidade de água nos arranjos dos espaços verdes. No entanto, dadas as características do espaço envolvente não será possível cumprir este parâmetro.

Dimensão Ambiental		P6
Categoria:	C2 – Uso do solo e biodiversidade	
Indicador:	Efeito de ilha de calor	
Parâmetro:	Percentagem da área em planta com refletância igual ou superior a 60%	
Objetivo:	Diminuir o efeito de ilha de calor nas zonas urbanas, através da utilização de materiais de elevada refletância ou de zonas verdes nos espaços exteriores e coberturas.	

Modo de Cálculo:

O desempenho dos edifícios em estudo ao nível deste parâmetro avalia-se através do valor da Percentagem da Área em Planta com Refletância Igual ou Superior a 60% (P_{RFL}) e resulta do quociente entre o somatório das áreas de espaços verdes do edifício em projeção horizontal (A_{EV}) com a área construída em projeção horizontal (pavimentos exteriores não cobertos e coberturas) com refletância igual ou superior a 60% (A_{RFL}) e a área total da parcela do terreno em projeção horizontal (A_{TOT}) (Mateus & Bragança, 2009).

Aplicabilidade:

Nos edifícios em estudo não existem pavimentos exteriores com espaços verdes e as coberturas são revestidas a telha cerâmica vermelha.

Propostas de Melhoria:

A telha cerâmica tem uma refletância de cerca de 68% e no caso da Reabilitação de Edifícios nos centros históricos, os edifícios têm de manter as suas características. Como tal as coberturas devem ser revestidas a telha cerâmica de cor vermelha. No entanto, devido à área de implantação do edifício ser igual à área construída em projeção horizontal, não existem espaços exteriores, logo não é possível a adoção de áreas verdes ou a plantação de árvores de folha caduca, para que no Verão haja sombreamento dos pavimentos exteriores.

Dimensão Ambiental		P7
Categoria:	C3 – Energia	
Indicador:	Energia primária não renovável	
Parâmetro:	Consumo de energia primária não renovável na fase de utilização	
Objetivo:	Promover e premiar a redução da quantidade de energia primária não renovável necessária para a climatização do edifício (aquecimento e arrefecimento) e aquecimento de águas sanitárias.	

Modo de Cálculo:

Quanto a este parâmetro o desempenho dos edifícios é avaliado através do valor estimado de Energia primária não Renovável (P_{ENR}) que será consumida durante a fase de utilização dos edifícios, segundo o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) (Mateus & Bragança, 2009).

Aplicabilidade:

Segundo o RCCTE, Art.º 2 alínea 9 c), as intervenções de remodelação, recuperação e ampliação de edifícios em zonas históricas estão isentas de obtenção de classe energética sempre que se verifiquem incompatibilidades com o regulamento.

Propostas de Melhoria:

Neste sentido, deverá existir uma melhoria na regulamentação em vigor de forma a tornar obrigatório o estudo térmico dos edifícios reabilitados, ou seja, a obtenção de classe energética. Assim, ir-se-ia melhorar muito o desempenho térmico dos edifícios e com isso diminuir as necessidades de aquecimento e arrefecimento e aquecimento de águas sanitárias e o recurso a energia primária não renovável, diminuindo assim os impactes ambientais, os recursos naturais e aumentando o conforto térmico dos utilizadores.

No entanto, de forma a contornar esta situação podemos utilizar tecnologias solares passivas tendo em conta a orientação do edifício e os ventos dominantes, e ainda utilizar envidraçados com baixa emissividade e com baixo coeficiente de transmissão térmica (U), melhorando assim o desempenho térmico do edifício.

Nos casos em estudo, não foi possível saber qual o coeficiente de transmissão térmica dos envidraçados.

Dimensão Ambiental		P8
Categoria:	C3 – Energia	
Indicador:	Energia produzida localmente a partir de fontes renováveis	
Parâmetro:	Quantidade de energia que é produzida no edifício através de fontes renováveis	
Objetivo:	Promover e premiar a redução do consumo de energia não renovável através da instalação de sistemas que permitam a produção de energia através de fontes renováveis.	

Modo de Cálculo:

O desempenho dos edifícios quanto a este parâmetro avalia-se através do valor estimado da Quantidade de Energia Produzida no Edifício através de Fontes Renováveis (P_{ER}) (Mateus & Bragança, 2009).

Aplicabilidade:

A proibição da utilização de tecnologias solares ativas, por parte do IGESPAR, nos edifícios localizados na zona do centro histórico do Porto, Património da Humanidade faz com que os edifícios não possam recorrer a fontes renováveis para aquecimento e arrefecimento dos espaços e aquecimento de águas sanitárias. Os casos de estudo encontram-se nesta situação e por isso não é possível aplicar este parâmetro.

Propostas de Melhoria:

O recurso a tecnologias solares ativas, ou seja, de energia renovável permite, para além, da redução das emissões de gases com efeito de estufa (GEE), contribuir para a conservação dos recursos globais de combustíveis fósseis. Estes sistemas permitem ainda obter energia sem custos durante a fase de utilização do edifício, embora tenha custos iniciais elevados.

Mas para isso é necessário que haja autorização por parte do IGESPAR para a utilização de tecnologias solares ativas.

No entanto, pode-se melhorar o desempenho do edifício ao nível deste parâmetro através de um sistema passivo de arrefecimento ou aquecimento. Estes não têm custos de utilização, no que diz respeito a custos de energia para aquecimento ou arrefecimento.

Dimensão Ambiental		P9
Categoria:	C4 – Materiais e resíduos sólidos	
Indicador:	Reutilização de materiais	
Parâmetro:	Percentagem em custo de materiais reutilizados	
Objetivo:	Promover e premiar a reutilização de materiais no edifício que provenham do local de construção ou de locais próximos.	

Este parâmetro é muito importante do ponto de vista da diminuição de resíduos de construção, uma vez que a construção é um dos setores que mais resíduos produz, muitas vezes resultantes do final do ciclo de vida de um edifício.

Estes podem ser reutilizados, ou seja, utilizados na construção ou reabilitação de outro edifício, ou até no mesmo edifício, e assim reinseridos num novo ciclo de vida.

Modo de Cálculo:

O desempenho dos edifícios ao nível do parâmetro P9 avalia-se através do valor da Percentagem em custo de Materiais Reutilizados (P_{CREU}), que resulta do quociente entre o valor dos materiais que são reutilizados (C_{REU}) e o valor total do orçamento da construção (C_{TOT}) (Mateus & Bragança, 2009).

Aplicabilidade:

No edifício da Rua do Comércio do Porto, foram recuperados e reutilizados elementos construtivos pré-existent no local, tais como as paredes meças em pedra e a estrutura em madeira dos pisos intermédios. As grades das varandas também foram recuperadas.

No caso do edifício da Rua de Miragaia e Arménia apenas foram mantidas as fachadas e as grades das varandas foram recuperadas.

Segundo o Guia de Avaliação, a melhor prática em percentagem de materiais reutilizados é de 15%. No edifício da Rua do Comércio do Porto foram utilizados mais de 15%, por isso, do ponto de vista deste parâmetro, será possível obter um bom desempenho. No caso de Miragaia, este parâmetro não é cumprido uma vez que os materiais não foram reutilizados.

Propostas de Melhoria:

Dependendo do estado de conservação dos edifícios a serem reabilitados muitos materiais e elementos construtivos podem ser reutilizados no edifício existente ou em edifícios nas proximidades do local. Assim, minimizam-se os impactos ambientais relacionados com o transporte, bem como os impactos ambientais associados ao uso de materiais novos.

Dar prioridade à desconstrução em detrimento da demolição propriamente dita, onde não existe qualquer tipo de seleção e reutilização de materiais e elementos construtivos, é algo que deve ser tido em conta na fase de projeto.

Dimensão Ambiental		P10
Categoria:	C4 – Materiais e resíduos sólidos	
Indicador:	Utilização de materiais reciclados	
Parâmetro:	Percentagem em peso do conteúdo reciclado do edifício	
Objetivo:	Promover e premiar a utilização de materiais reciclados, provenientes de dentro e de fora do local de construção.	

Modo de Cálculo:

O desempenho dos edifícios em estudo ao nível da *percentagem em peso do conteúdo reciclado do edifício* avalia-se através da Percentagem em Peso do Conteúdo Reciclado do Edifício (P_{CRE}), que resulta da média ponderada pela massa do valor normalizado do conteúdo reciclado do edifício, em função dos *benchmarks* específicos de conteúdo reciclado de cada material utilizado. No cálculo excluem-se ligadores, adesivos, aditivos e ainda materiais que contribuam em menos do que 10% para o volume do elemento construtivo (parafusos) (Mateus & Bragança, 2009).

Aplicabilidade:

Nos quadros seguintes encontram-se todos os materiais utilizados nos elementos construtivos e acabamentos, nos edifícios em estudo, de acordo com a Tabela 10.1 do Guia de Avaliação.

Elementos construtivos	Caso Prático – Rua do Comércio	Caso Prático – Rua de Miragaia
Piso térreo:	Existente	Existente
Pisos elevados:	Laje colaborante (Figura 34 e 35)	Laje colaborante (Figura 44)
Paredes exteriores:	Alvenaria dupla em tijolo cerâmico	Existente
Paredes interiores:	Gesso cartonado (Pladur), lã de rocha	Gesso cartonado (Pladur), lã de rocha
Cobertura:	Estrutura em madeira Isolamento térmico Telha Cerâmica	Estrutura em madeira Isolamento térmico Telha Cerâmica (Figura 45)
Estrutura (incluindo fundações):	Betão armado e Perfis metálicos (Figura 35)	Betão armado e Perfis metálicos (Figura 43)
Escadas:	Estrutura metálica	Estruturas metálica

Quadro 15 – Materiais utilizados nos elementos construtivos dos edifícios em estudo

Acabamentos	Caso Prático – Rua do Comércio	Caso Prático – Rua de Miragaia
Revestimentos de Pavimentos:	Soalho flutuante (Figura 47)	Soalho flutuante (Figura 47)
Revestimentos de Pavimentos (W/C):	Ladrilhos Cinca (Figura 48)	Ladrilhos Cinca (Figura 48)
Revestimentos de Paredes (Sala e Cozinha):	Gesso cartonado (Pladur), lâ de rocha	Gesso cartonado (Pladur), lâ de rocha
Revestimentos de Paredes (W/C):	Ladrilhos Cinca (Figura 48)	Ladrilhos Cinca (Figura 48)
Revestimentos de Tectos (Sala, cozinha e W/C):	Gesso cartonado (Pladur), lâ de rocha (Figura 49)	Gesso cartonado (Pladur), lâ de rocha (Figura 49)
Revestimento de Escadas (incluindo corrimãos, balaustradas, proteções...):	Madeira; Corrimão em Ferro (Figura 50)	Madeira (Figura 50)
Janelas (incluindo o guarnecimento dos vãos):	Madeira (vidro duplo) (Figura 51)	Madeira (vidro duplo) (Figura 51)
Portas interiores (incluindo o guarnecimento dos vãos):	Madeira “MDF” (Figura 52)	Madeira “MDF” (Figura 52)
Portas exteriores (incluindo o guarnecimento dos vãos):	Madeira (Figura 53)	Madeira (Figura 53)

Quadro 16 – Materiais utilizados nos acabamentos dos edifícios em estudo

Os revestimentos dos pavimentos e paredes de todas as instalações sanitárias dos edifícios da Rua do Comércio e da Rua de Miragaia e Arménia, são em pastilha vitrocerâmica da Cinca. Nos restantes compartimentos das habitações o revestimento dos pavimentos é em soalho flutuante, segundo a Figura 47.

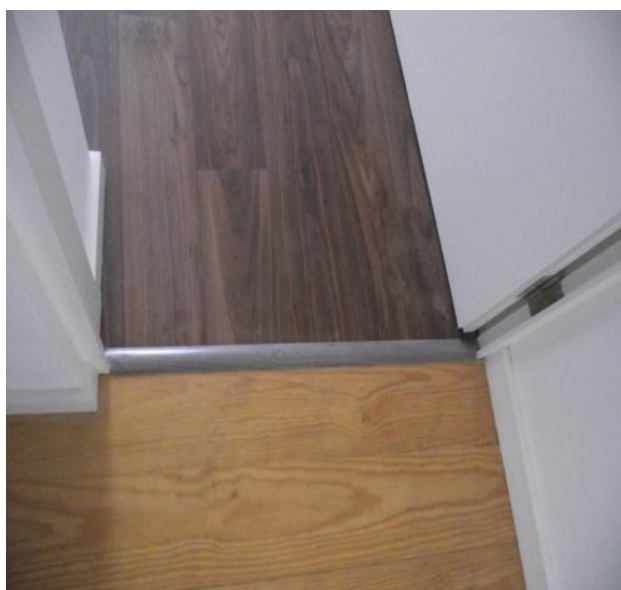


Figura 47 – Revestimento dos pavimentos e parede de W/C e compartimentos

Os tetos de todos os compartimentos dos edifícios em estudo são revestidos a gesso cartonado (Pladur), incluindo as instalações sanitárias, conforme a Figura 48.

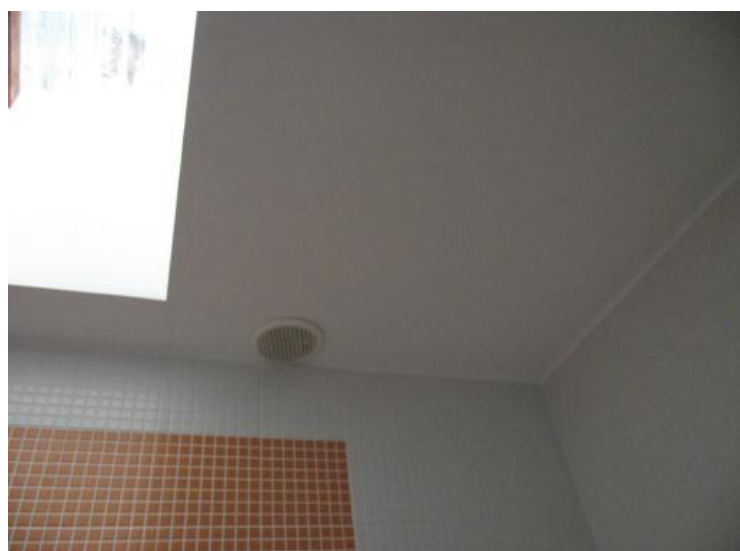


Figura 48 – Revestimento do teto de W/C em gesso cartonado

As escadas de acesso às habitações são em madeira, bem como os rodapés. O corrimão é em ferro pintado a branco (Figura 49).

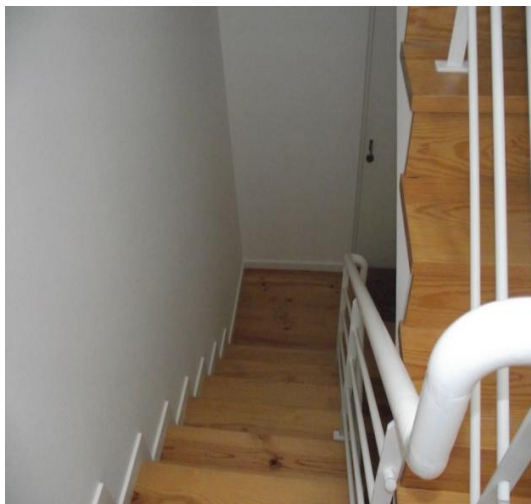


Figura 49 – Escadas e corrimão em madeira e ferro, respetivamente

Os envidraçados são compostos por guarnição em madeira e vidro duplo em todos os compartimentos dos edifícios em estudo (Figura 50).



Figura 50 – Envidraçados com guarnição em madeira e vidro duplo

Todas as portas interiores são em “MDF”. As portas de acesso aos edifícios em estudo são em madeira, conforme a Figura 51.

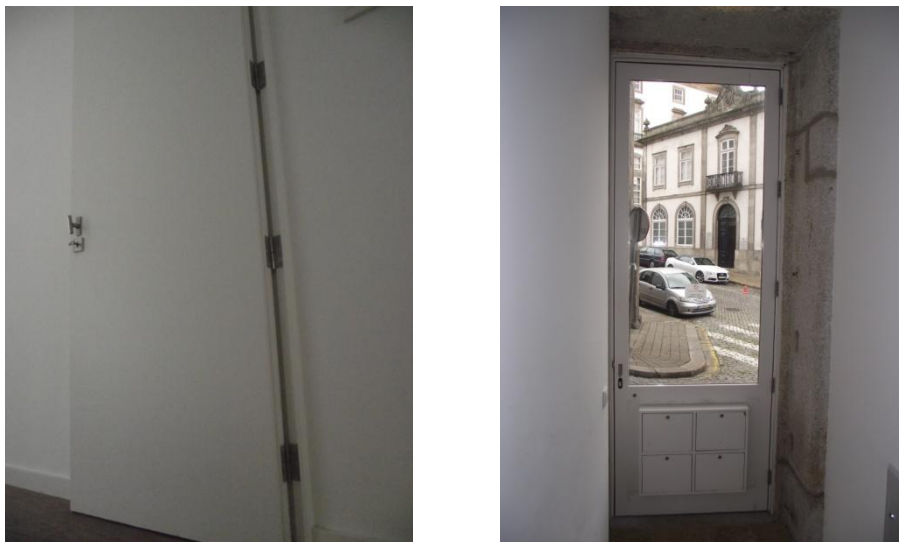


Figura 51 – Portas Interiores e Exterior de acesso ao edifício, respetivamente

Não existem especificações técnicas do produtor ou rótulos ecológicos dos materiais nos dois casos de estudo. No entanto, o Guia de Avaliação sugere que na ausência de valores para o conteúdo reciclado se admita o valor correspondente à prática convencional (P_{i*}), este encontra-se na Tabela 10.2 do Guia. Embora haja esta alternativa os elementos fornecidos pelo Empreiteiro são poucos claros quanto aos materiais utilizados e o seu conteúdo reciclado. Neste caso, trata-se de uma intervenção de reabilitação logo os materiais pré-existentes não são quantificados.

Propostas de Melhoria:

- Incentivar donos de obra, empreiteiros, projetistas, ou seja, todos os intervenientes a utilizarem materiais com conteúdo reciclado;
- Promover a utilização de materiais que contenham rótulo ecológico;
- Guardar todas as Especificações Técnicas dos fabricantes e Rótulos Ecológicos de todos os materiais utilizados na obra.

Dimensão Ambiental		P11
Categoria:	C4 – Materiais e resíduos sólidos	
Indicador:	Recurso a materiais certificados	
Parâmetro:	Percentagem em custo de produtos de base orgânica que são certificados	
Objetivo:	Promover e premiar a utilização de materiais e produtos de base orgânica com certificado ambiental.	

Modo de Cálculo:

O desempenho dos edifícios quanto ao parâmetro “*Percentagem em custo de produtos de base orgânica que são certificados*” avalia-se através da percentagem em Custo dos Produtos de Base Orgânica Certificados (P_{CER}), que resulta do quociente entre o custo total de produtos em madeira ou de base orgânica certificados (C_{CER}) e o custo total dos produtos de madeira ou de base orgânica previstos para a construção (C_{PBO}) (Mateus & Bragança, 2009).

Aplicabilidade:

Para que os edifícios apresentem um bom desempenho neste parâmetro, é necessário que os produtos de madeira ou de base orgânica (papel, cortiça) contenham rótulos de certificação aceites pela ferramenta em estudo. Os rótulos de certificação aceites encontram-se mencionados no Guia de Avaliação. Estes rótulos são importantes pois comprovam que a madeira utilizada é proveniente de florestas certificadas.

Nos casos em estudo não existem rótulos de certificação que comprovem que a madeira utilizada é proveniente de florestas certificadas; como tal, não é possível verificar este parâmetro.

Propostas de Melhoria:

Utilização de produtos de base orgânica que provenham de explorações florestais certificadas.

Em Portugal, ainda não existe este tipo de explorações, o que não permite a avaliação deste parâmetro. No entanto, em ambos casos de estudo, os pavimentos, a estrutura da cobertura, as portas e as janelas são em madeira.

Dimensão Ambiental		P12
Categoria:	C4 – Materiais e resíduos sólidos	
Indicador:	Uso de substitutos de cimento no betão	
Parâmetro:	Percentagem em massa de materiais substitutos do cimento no betão	
Objetivo:	Promover e premiar a substituição do cimento utilizado no fabrico de betões por outros ligantes com menor impacto ambiental.	

Modo de Cálculo:

De acordo com o Guia de Avaliação da ferramenta em estudo, o desempenho dos edifícios da Rua do Comércio do Porto e da Rua de Miragaia e Arménia ao nível do parâmetro P12 avalia-se através da Percentagem em Massa de Produtos Substitutos do Cimento no Betão (P_{SUB}), que resulta do quociente entre a massa total de ligantes utilizados no fabrico de betões (M_{LIG}) e a massa de ligantes substitutos do cimento utilizados no fabrico do betão (M_{SUB}) (Mateus & Bragança, 2009).

Aplicabilidade:

Nos elementos fornecidos pelo Empreiteiro não foi possível saber qual a constituição do betão utilizado em obra, logo não é possível avaliar os edifícios quanto a este parâmetro.

Propostas de Melhoria:

O desejável seria que parte do cimento fosse substituído por cinzas volantes, ou por outro ligante que não o cimento. O cimento tem uma elevada energia incorporada em todo o seu ciclo de vida. Com a diminuição do consumo do cimento, diminuem-se as emissões de CO₂ e consequentemente os impactes ambientais.

Dimensão Ambiental		P13
Categoria:	C4 – Materiais e resíduos sólidos	
Indicador:	Condições de armazenamento de resíduos sólidos durante a fase de utilização do edifício	
Parâmetro:	Potencial das condições do edifício para a promoção da separação de resíduos sólidos	
Objetivo:	Promover e premiar a existência de locais no interior e exterior do edifício para a separação e armazenagem temporária de resíduos domésticos indiferenciados e de resíduos recicláveis.	

Modo de Cálculo:

O desempenho dos edifícios ao nível do parâmetro, *Potencial das condições do edifício para a promoção da separação de resíduos sólidos*, avalia-se através do valor do Potencial das Condições do Edifício para a Promoção da Separação de Resíduos Sólidos (P_{RSU}), que resulta do somatório de uma série de créditos com base em critérios, segundo o Guia de Avaliação. Os critérios estão relacionados com as condições interiores e exteriores existentes para a deposição e armazenamento dos resíduos domésticos (Mateus & Bragança, 2009).

Aplicabilidade:

Condições no interior:

No interior dos edifícios não estão previstos locais adequados à deposição e resíduos recicláveis, ou seja, ecopontos domésticos.

Condições no exterior:

O local é servido por ecopontos de recolha de resíduos recicláveis com uma distância inferior a 500m que permite a separação dos quatro tipos de resíduos em contentores diferentes e devidamente identificados. O sistema de recolha é público, no entanto, o local não é servido por um sistema de recolha porta-a-porta de resíduos sólidos urbanos.

Propostas de Melhoria:

Para que o desempenho dos edifícios seja bom, deve aproximar-se da melhor prática, ou seja, o projeto de arquitetura deve prever locais no interior do edifício para a colocação de um ecoponto doméstico e caso exista um sistema de recolha porta-a-porta o projeto deverá ainda prever a existência de um local no exterior do edifício para armazenamento e separação de resíduos.

Dimensão Ambiental		P14
Categoria:	C5 – Água	
Indicador:	Consumo de água	
Parâmetro:	Volume anual de água consumida <i>per capita</i> no interior do edifício	
Objetivo:	Promover e premiar a redução do consumo de água no interior dos edifícios durante a fase de utilização.	

Modo de Cálculo:

O desempenho dos edifícios para o parâmetro *Volume anual de água consumida per capita no interior do edifício* avalia-se através do Volume Anual de Água Consumido per capita no Interior do Edifício (P_{CA}). Calcula-se através do somatório da estimativa do volume de água consumido anualmente, por cada habitante do edifício, em cada um dos dispositivos de utilização, em função da eficiência do dispositivo utilizado e dos padrões de consumos médios (Mateus & Bragança, 2009).

Aplicabilidade:

Nos edifícios em estudo temos os seguintes dispositivos de utilização de água:

Dispositivo de Utilização	Tipo de Dispositivo	Proporção na habitação (soma=1)	
		Rua do Comércio do Porto	Rua de Miragaia e Rua da Arménia
Bacias de Retrete	Dupla descarga 6/3L	1(100%)	1(100%)
Torneiras	Torneiras com arejador	0,5 (100%)	0,5 (100%)
Lava –Louça	Torneiras com arejador	1(100%)	1(100%)
Chuveiros	Outros	1(100%)	1(100%)
Máquina de Lavar Roupa	Baixo consumo (Classe A)	1(100%)	1(100%)
Máquina de Lavar Louça	Baixo consumo (Classe A)	1(100%)	1(100%)

Quadro 17 – Dispositivos de água utilizados nos edifícios em estudo

Nos edifícios em estudo as louças sanitárias (Figura 52 e 53) são iguais em todas as instalações sanitárias.

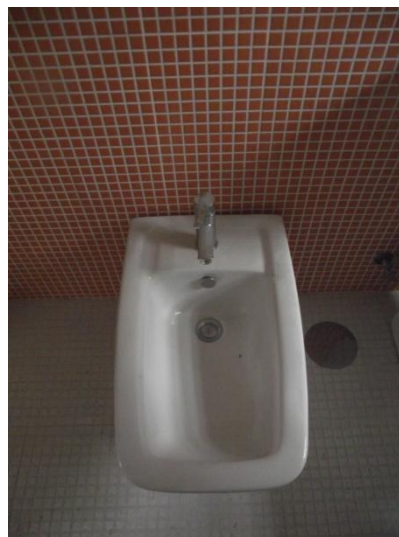


Figura 52 – Sanita, autoclismo e bidê utilizados nas instalações sanitárias dos dois edifícios



Figura 53 – Lava Mãos utilizado nas instalações sanitárias dos dois edifícios

Os autoclismos utilizados nas instalações sanitárias da zona comercial e habitações são de dupla descarga 6/3L (Figura 54).



Figura 54 – Autoclismo de dupla descarga 6/3L

As torneiras das instalações sanitárias são iguais em todas as habitações. As utilizadas nas instalações sanitárias do comércio são diferentes das utilizadas nas habitações (Figura 55). Todas as torneiras têm arejador e redutor de caudal, como podemos verificar na Figura 56, bem como a torneira da cozinha (Figura 57). Quanto à torneira da base de chuveiro não foi possível saber qual o seu fluxo (Figura 58).



Figura 55 – Torneira das instalações sanitárias das habitações e comércio, respetivamente



Figura 56 – Torneiras com redutor de caudal e arejador



Figura 57 – Torneira da cozinha



Figura 58 – Torneira da base de chuveiro

A máquina de lavar roupa e a máquina de lavar louça são iguais em todas as habitações dos dois edifícios. Todos os eletrodomésticos têm classe energética A (Figura 59).

Quanto a este parâmetro, os dois edifícios podem ter um bom desempenho uma vez que todos os dispositivos de utilização de água têm um baixo consumo, exceto o chuveiro das instalações sanitárias onde não foi possível perceber qual o seu fluxo.



Figura 59 – Máquina de Lavar Louça com classe energética A

Propostas de Melhoria:

No caso das bacias de retrete poderia ser utilizado um autoclismo de dupla descarga com uma capacidade de 4/2L, de forma a diminuir o consumo de água em cada descarga. Os chuveiros deveriam ter um fluxo inferior a 22,5L para minimizar o consumo de água em cada utilização.

É de salientar que um equipamento, mesmo que seja eficiente, se não for utilizado corretamente pode ter um consumo elevado e que o comportamento dos utilizadores também influencia os consumos de água.

Dimensão Ambiental		P15
Categoria:	C5 – Água	
Indicador:	Reutilização e utilização de água não potável	
Parâmetro:	Percentagem de redução do consumo de água potável	
Objetivo:	Promover e premiar a redução do consumo de água potável durante a fase de utilização, recorrendo a técnicas de reutilização de águas residuais domésticas e utilização de água pluviais.	

Modo de Cálculo:

O desempenho dos edifícios ao nível deste parâmetro, segundo o Guia de Avaliação, avalia-se através da Percentagem de Redução do Consumo de Água Potável (P_{RCA}), que resulta do quociente entre o somatório do volume de águas cinzentas reutilizadas (V_{AC}) com o somatório do volume de águas da chuva utilizadas (V_{APL}) e o volume total de água consumida no interior do edifício (Mateus & Bragança, 2009).

Aplicabilidade:

Não é possível aplicar este parâmetro nos dois edifícios em estudo por não estar previsto qualquer tipo de aproveitamento de águas pluviais e cinzentas.

Propostas de Melhoria:

Em edifícios que não haja logradouro, como é o caso dos edifícios em estudo, não é possível a instalação de um sistema para recolha, tratamento e armazenagem de águas cinzentas para utilização nas bacias de retrete e torneiras exteriores

No caso da cobertura, também não é possível a colocação de um sistema para recolha e armazenagem de águas pluviais para rega, lavagens ou ainda para torneiras interiores, pois não é permitida a colocação de qualquer tipo de sistema nas coberturas na zona histórica do Porto, segundo o IGESPAR.

Assim, os consumos de água potável serão superiores em comparação com edifícios que têm instalado sistemas de recolha e armazenagem de água pluvial e cinzenta e não é possível a preservação dos recursos de água potável.

Dimensão Social		P16
Categoria:	C6 – Conforto e saúde dos utilizadores	
Indicador:	Eficiência da ventilação natural em espaços interiores	
Parâmetro:	Potencial de ventilação natural	
Objetivo:	Promover e premiar a existência de condições que promovam a ventilação natural, para que não seja necessário recorrer a outras formas de ventilação para garantir um nível de renovação do ar interior que salvguarde a sua qualidade e reduza a exposição dos ocupantes aos poluentes interiores.	

Modo de Cálculo:

O desempenho dos edifícios neste parâmetro avalia-se através do valor do Potencial de Ventilação Natural (P_{VN}), que resulta do somatório de uma série de créditos que são obtidos através da satisfação de um conjunto de critérios que maximizam a eficácia da ventilação natural e que estão apresentados na Tabela 16.1 do Guia de Avaliação. Para que seja possível fazer esta avaliação, existe um pré-requisito que deve ser cumprido: a taxa de renovação nominal mínima de 0,6 renovações por hora prevista pelo RCCTE deve ser cumprida em todos os espaços habitáveis das frações (Mateus & Bragança, 2009).

Aplicabilidade:

Nos dois casos de estudo não existe projeto térmico logo não cumpre o pré-requisito. Como tal não é possível fazer avaliação deste parâmetro. No entanto, aquando a visita ao local verificou-se que os edifícios recorrem apenas a ventilação natural.

De acordo com os requisitos mencionados no Guia de Avaliação da ferramenta em estudo para a ventilação natural cruzada, o edifício de Miragaia, o único com duas aberturas para o exterior em fachadas opostas, apenas cumpre um requisito: a área das janelas e grelhas de ventilação é superior a 5% da área útil de pavimento (Figura 60).

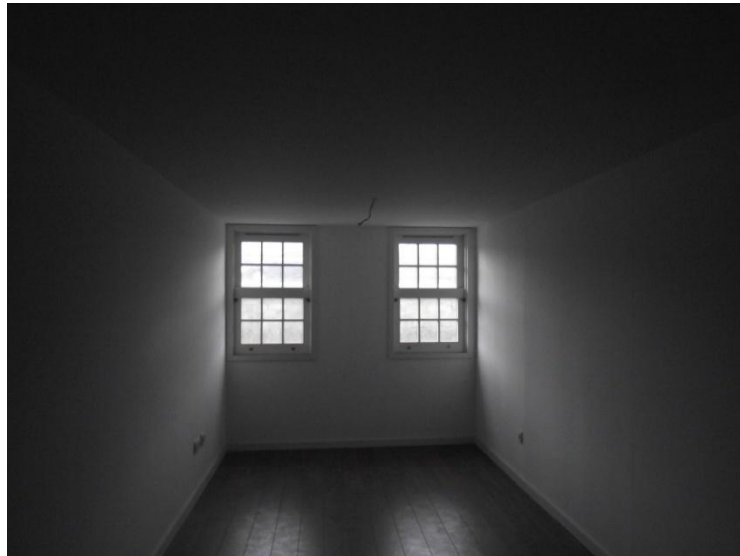


Figura 60 – Janelas do edifício da Rua da Arménia

Quanto à ventilação natural unilateral, o edifício da Rua do Comércio do Porto, que tem apenas uma fachada com abertura para o exterior poderia cumprir os requisitos para uma ventilação unilateral eficaz, no entanto, as caixilharias apenas têm uma abertura na parte superior logo não permitem que haja ventilação natural unilateral (Figura 61).



Figura 61 – Janela do edifício na Rua do Comércio do Porto

Propostas de Melhoria:

A legislação devia obrigar a que nas intervenções de reabilitação fosse realizado um estudo em termos térmicos, mesmo que não seja dada qualquer tipo de certificação, pois assim seria possível melhorar os edifícios em termos térmicos e ainda saber se o pré-requisito é cumprido.

Dimensão Social		P17
Categoria:	C6 – Conforto e saúde dos utilizadores	
Indicador:	Toxidade dos materiais de acabamento	
Parâmetro:	Percentagem em peso de materiais de acabamento com baixo conteúdo de COV	
Objetivo:	Promover e premiar a utilização de materiais de acabamento que não coloquem em risco a saúde dos ocupantes.	

Modo de Cálculo:

Este parâmetro avalia-se através da Percentagem em Peso de Materiais de Acabamento com Baixo Conteúdo de Compostos orgânicos voláteis (COV) (P_{COV}). Esta percentagem resulta do quociente entre a quantidade (em massa) de materiais de revestimento que foram selecionados pela equipa de projeto por terem baixo conteúdo de COV e a quantidade (em massa) total de materiais que contêm esses compostos (Mateus & Bragança, 2009).

Aplicabilidade:

Não existe qualquer documentação técnica com os conteúdos de COV das tintas e vernizes, bem como, certificados de conformidade dos produtos de derivados de madeira utilizados no edifício, ou seja, os certificados dos aglomerados de fibras (MDF) das portas de acesso às habitações e interiores. Como tal, não é possível fazer qualquer tipo de análise.

Há que ter em atenção ao gás radão, no caso da reabilitação de edifícios localizados nos centros das cidades em que os edifícios foram construídos em épocas em que o granito era muito utilizado em soluções construtivas. Não foi possível saber qual o tipo de solo em que os edifícios estão localizados, mas há que ter em atenção que o radão encontra-se presente em solos e rochas, sendo mais elevado em rochas graníticas, que é o caso da zona do Porto,

e consequentemente em materiais de construção. Os edifícios em estudo têm algumas peças em granito, tais como os vãos das janelas, as paredes meias no caso do R/C da Rua do Comércio do Porto.

Propostas de Melhoria:

Como proposta de melhoria sugere-se a utilização de tintas, vernizes e derivados de madeira com baixo conteúdo de compostos orgânicos voláteis comprovados através da documentação técnica e certificados de conformidade, respetivamente. No caso do gás radão, devem ser feitas análises e caso haja índices elevados devem ser tomadas medidas de forma a diminuí-lo. Uma ventilação eficaz entre o piso térreo e o terreno, bem como a colocação de uma barreira impermeável ao radão são algumas medidas possíveis.

Dimensão Social		P18
Categoria:	C6 – Conforto e saúde dos utilizadores	
Indicador:	Conforto térmico	
Parâmetro:	Nível de conforto térmico médio anual	
Objetivo:	Promover e premiar a existência de um ambiente térmico confortável durante as estações de arrefecimento e aquecimento.	

Modo de Cálculo:

O conforto térmico dos edifícios é caracterizado através do valor do Nível de Conforto Térmico Médio Anual (P_{CT}) que resulta da média ponderada da soma do Nível de Conforto Térmico de cada edifício durante a estação de Aquecimento (P_{CTI}) (Mateus & Bragança, 2009).

Aplicabilidade:

Não foi possível obter resultados das temperaturas operativas dos espaços interiores dos edifícios, logo não é possível analisar os edifícios quanto ao nível de conforto térmico médio anual.

Propostas de Melhoria:

Como não foi possível analisar os edifícios também não é possível propor qualquer tipo de melhoria. Ainda assim, a aplicação de tecnologias solares passivas, como os sombreamentos recorrendo a palas, árvores de folha caduca, entre outras, é sempre uma mais-valia para evitar o sobreaquecimento dos edifícios. No capítulo 5, encontram-se algumas soluções possíveis. No entanto, não podemos esquecer que estamos a falar em edifícios que se localizam no centro histórico e nem todas as soluções são possíveis.

Dimensão Social		P19
Categoria:	C6 – Conforto e saúde dos utilizadores	
Indicador:	Conforto visual	
Parâmetro:	Média do Fator de Luz do Dia Médio	
Objetivo:	Promover e premiar a adoção de medidas que permitam melhorar a qualidade de vida e conforto dos ocupantes, através de uma estratégia adequada de iluminação natural, e reduzi o consumo de energia no edifício para iluminação.	

Segundo o Guia de Avaliação, a iluminação natural constitui um dos fatores mais condicionantes da qualidade do ambiente interior dos edifícios e tem como função principal proporcionar um ambiente visual interior confortável e adequado à execução de tarefas sem recorrer a iluminação artificial.

Um edifício bem concebido ao nível deste parâmetro permite adequar os espaços interiores de iluminação natural sem comprometer a sua eficiência energética. A quantidade de luz natural em cada compartimento depende da arquitetura do edifício: tamanho e posição das janelas, profundidade e forma dos compartimentos, cores das superfícies interiores, e ainda das obstruções existentes na envolvente do edifício, tais como os edifícios, vegetação e outros obstáculos naturais (Mateus & Bragança, 2009).

Modo de Cálculo:

O desempenho de cada fração ao nível do parâmetro “Média do Fator de Luz do Dia Médio” é avaliado através da Média Ponderada do Valor Normalizado do Fator de Luz do Dia Médio obtido para cada compartimento (P_{FLDMm}).

Para efeitos de verificação do parâmetro em estudo devem ser considerados os Fatores de Luz do Dia Médio (FLDM) previstos para os seguintes espaços:

- Cozinhas;
- Salas de estar;
- Salas de jantar, e
- Quartos.

A forma de cálculo deste parâmetro encontra-se desenvolvida no Guia de Avaliação da ferramenta SBTool^{PT} – H (Mateus & Bragança, 2009).

Aplicabilidade:

As estratégias de aproveitamento da iluminação natural devem considerar os ganhos térmicos e a sua conservação, o consumo de energia e os benefícios decorrentes da utilização da iluminação natural em vez da iluminação artificial. O conforto visual para o exterior por parte dos ocupantes será também uma boa estratégia.

Para que os edifícios em estudo tenham um bom desempenho era necessário que na fase de projeto tivessem sido consideradas algumas soluções construtivas e estratégias que permitissem obter um maior aproveitamento da iluminação natural. Com base em elementos disponíveis seguem no quadro abaixo as estratégias adotadas que promovem a iluminação natural dos espaços interiores:

Estratégias a adotar:	Edifício na Rua do Comércio	Edifício na Rua de Miragaia e Arménia
Utilização de revestimentos de cor clara no interior dos espaços:	Todos os espaços interiores estão pintados de branco	Todos os espaços interiores estão pintados de branco
Orientar adequadamente as janelas do edifício, evitando as orientações a Este e Oeste, de forma a potenciar a captação de luz solar de uma forma controlada:	Fachada voltada a Sudeste	Fachadas voltadas a Sul e a Norte
Evitar a existência de compartimentos de elevada profundidade:	Compartimentos pouco profundos	Devido à arquitetura e área de implantação os compartimentos são profundos
Colocação de proteções solares nas janelas de modo a que no Verão seja possível captar luz solar sem haver o risco de sobreaquecimento:	Portadas interiores brancas	Portadas interiores brancas
Preferir janelas altas em vez de janelas largas e baixas:	Janelas altas (Figura 62)	Janelas altas (Figura 63 e 64)

Quadro 18 – Estratégias adotadas que promovem a iluminação natural nos edifícios em estudo

Estratégias a adotar:	Edifício na Rua do Comércio	Edifício na Rua de Miragaia e Arménia
Outras soluções que possibilitem o aproveitamento da iluminação natural:		
Poços de Luz:		
Ductos solares:		
Clarabóias:	Comunicação Comum e W/C (Figuras 65 e 66)	Comunicação Comum (Figura 67)
Aberturas zenitais laterais:		

Quadro 19 – Estratégias adotadas que promovem a iluminação natural nos edifícios em estudo (Cont.)



Figura 62 – Janelas altas da fachada do edifício da Rua do Comércio do Porto



Figura 63 – Janelas altas da fachada do edifício da Rua de Miragaia



Figura 64 – Janelas da fachada do edifício da Rua da Arménia

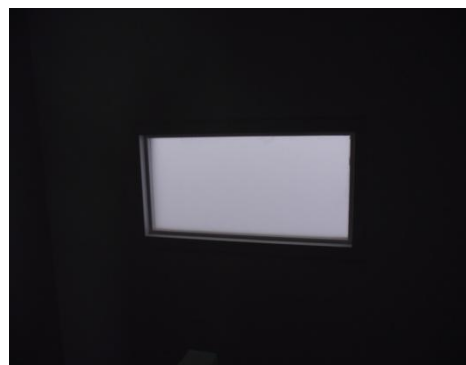


Figura 65 – Clarabóia da instalação sanitária do 3.º andar no edifício da Rua do Comércio do Porto



Figura 66 – Clarabóia da comunicação comum no edifício da Rua do Comércio do Porto

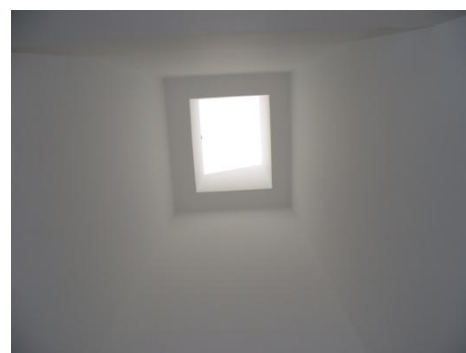


Figura 67 – Clarabóia da comunicação comum no edifício da Rua de Miragaia e Arménia

A distância entre as janelas da fachada da Rua da Arménia e o edifício da frente (obstrução) não é suficiente para que haja prevalência de luz natural nos compartimentos habitáveis, que neste caso serão a cozinha no 1.º, 2.º e 3.º andar. No último piso, no recuado, encontra-se a instalação sanitária logo não é necessário o cálculo do Fator de Luz

do Dia Médio (FLDM). A fachada virada para a Rua de Miragaia não sofre de qualquer tipo de obstrução. Nesta fachada encontram-se os quartos e a sala de estar, em todos os pisos do edifício.

No caso do edifício da Rua do Comércio do Porto não existe qualquer tipo de problema com o Fator de Luz do Dia Médio (FLDM).

Propostas de Melhoria:

No caso da reabilitação de edifícios nos centros históricos as características dos edifícios devem ser mantidas e as acessibilidades já existem. Contudo as ruas estreitas com pouca incidência solar, que tanto caracterizam as ruas do centro histórico do Porto, é um ponto desfavorável quando falamos em Sustentabilidade na Reabilitação. A ausência de iluminação natural leva a que seja necessário recorrer a iluminação artificial e com isto, os consumos de energia aumentam na fase de utilização e ainda diminui o conforto dos utilizadores.

Dimensão Social		P20
Categoria:	C6 – Conforto e saúde dos utilizadores	
Indicador:	Conforto acústico	
Parâmetro:	Nível médio de isolamento acústico	
Objetivo:	Promover e premiar de soluções que permitam um nível de isolamento acústico superior ao regulamentar, de modo a melhorar o conforto acústico dos habitantes e a reduzir os diferendos por queixas de ruído entre vizinhos.	

Modo de Cálculo:

Segundo o Guia de Avaliação da ferramenta SBTool^{PT} - H, a avaliação do comportamento acústico dos edifícios é realizada através do cálculo do Nível Médio de Conforto Acústico

(P_{CA}) em cada edifício. O P_{CA} exprime o comportamento global médio do edifício em termo de isolamento acústico, tendo por base a comparação do isolamento acústico previsto para cada elemento construtivo com o mínimo legal estabelecido pelo Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE) e com o maior nível de isolamento que se consegue atingir se forem utilizadas as melhores soluções de isolamento (Mateus & Bragança, 2009).

Aplicabilidade:

Segundo o projeto de acústica:

	Melhor Prática (dB(A))	Prática Convencional (dB(A))	Solução no edifício da Rua do Comércio (dB(A))	Solução no edifício da Rua de Miragaia/ Arménia (dB(A))
Índice de isolamento a sons de condução aérea entre o exterior e quartos ou zonas de estar ($D_{2m,nT,w}$):	39	33 (Zona Mista)	33	35
Índice de isolamento a sons de condução aérea entre compartimentos de um fogo e quartos ou zonas de estar de outro fogo ($D_{nT,w}$):	53	50	58, 50 e 56	2 e 58
Índice de isolamento a sons de condução aérea entre locais de circulação comum do edifício e quartos ou zonas de estar de um fogo ($D_{nT,w}$):	53	48 (o edifício não é servido por ascensores)	55	55

Quadro 20 – Índices de Isolamento segundo o projeto acústico e o SBTtool^{PT} – H

	Melhor Prática (dB(A))	Prática Convencional (dB(A))	Solução no edifício da Rua do Comércio (dB(A))	Solução no edifício da Rua de Miragaia/ Arménia (dB(A))
Índice de Isolamento a sons de condução aérea entre locais do edifício destinados a comércio, serviços ou diversão e quartos ou zonas de estar de um fogo ($D_{nT,w}$):	61	58	58	58
Índice de Isolamento a sons de percussão entre um pavimento de um fogo ou locais de circulação comum do edifício e quartos ou zonas de estar de outro fogo (L'_{nT}):	54	60	60	60
Índice de isolamento a sons de percussão entre locais do edifício destinados a comércio, indústria ou diversão e quartos ou zonas de estar de um fogo ($L'_{nT,w}$):	47	50	50	50
Nível de avaliação do ruído mais desfavorável de equipamentos coletivos ($L'_{AR,nT}$):	24	40 (em caso de emergência)	0	0

Quadro 21 – Índices de Isolamento segundo o projeto acústico e o SBTTool^{PT} – H (Cont.)**Propostas de Melhoria:**

Ao analisarmos o quadro acima percebe-se que as soluções construtivas adotadas foram dimensionadas para cumprir os requisitos mínimos regulamentares, ou seja, com um índice de isolamento acústico muito próximo da prática convencional. Sabe-se ainda que os

valores mínimos regulamentares do RRAE não são suficientes para assegurar o conforto acústico nos espaços habitáveis, visto que os habitantes produzem mais ruído do que o nível aceitável, logo é necessário que os projetistas optem por soluções de isolamento superior.

Dimensão Social		P21
Categoria:	C7 – Acessibilidade	
Indicador:	Acessibilidade a transportes públicos	
Parâmetro:	Índice de acessibilidade a transportes públicos	
Objetivo:	Promover e valorizar os edifícios que satisfaçam a maior parte das necessidades de deslocação dos seus habitantes através do sistema de transportes públicos.	

Modo de Cálculo:

Quanto a este parâmetro o desempenho dos edifícios em estudo é avaliado através do Índice de Acessibilidade aos Transportes Públicos (P_{ATP}), que depende fundamentalmente da distância do edifício às paragens de transportes públicos, número de linhas disponíveis, tipos de transportes públicos e respetiva frequência (Mateus & Bragança, 2009).

Aplicabilidade:

Como já foi referido, os edifícios encontram-se no centro histórico do Porto. Segundo o Guia de Avaliação trata-se de uma operação urbanística da zona 1, ou seja, zona central de capital de distrito.

Os edifícios em estudo são ambos servidos por uma estação de comboios (S. Bento), pelo menos uma paragem de autocarro, uma paragem de elétrico e ainda uma estação de metro (S. Bento).

Propostas de Melhoria:

Reabilitar edifícios em zonas urbanas dentro de centros históricos tem grandes vantagens e este parâmetro realça bem isso. Nos centros urbanos o acesso a transportes públicos é mais vasta e eficiente.

No caso do Porto, o acesso a transportes públicos é fácil, existe um inúmero de soluções que permitem a deslocação em toda a cidade. São os transportes públicos disponíveis os seguintes: comboios através da Estação de S. Bento, os elétricos que circulam na zona histórica do Porto, os autocarros com uma rede que permite acederem a toda a cidade e ainda o metro que abrange também grande parte da cidade.

Assim, melhoramos a qualidade de vida dos utilizadores e ainda o ambiente ao diminuirmos as emissões de CO₂ e as emissões de gases com efeito de estufa (GEE).

Dimensão Social		P22
Categoria:	C7 – Acessibilidade	
Indicador:	Acessibilidade a amenidades	
Parâmetro:	Índice de acessibilidade a amenidades	
Objetivo:	Promover e valorizar a existência de comunidades sustentáveis e integrados através do estabelecimento de amenidades básicas nas imediações do edifício.	

Modo de Cálculo:

O Índice de Acessibilidade a Amenidades (P_{AA}) depende essencialmente do número e tipo de amenidades existentes e da respetiva distância à entrada principal de cada edifício. Entende-se por amenidades os equipamentos públicos e privados e estabelecimentos comerciais e de serviços que servem de suporte às necessidades do dia-a-dia dos ocupantes

dos edifícios em estudo e contribui ainda para o seu bem-estar (Mateus & Bragança, 2009).

Aplicabilidade:

De acordo com a Tabela 21.1, existem as seguintes amenidades na Rua do Comércio do Porto, que se situam a uma distância máxima de 2500m da porta do edifício:

Classe 1	Classe 2	Classe 3
Café /Snack-Bar	Caixa de Multibanco	Centro Comercial
Espaços exteriores públicos	Escola Primária	Centro desportivo /ginásio
Mercearia	Estação de Correios	Centro médico
Talho	Farmácia	Centro recreativo
	Parque infantil	Igreja
		Restaurante

Quadro 22 – Amenidades existentes para o estudo do edifício localizado na Rua do Comércio do Porto

De acordo com a Tabela 21.1, existem as seguintes amenidades na Rua da Arménia, que se situam a uma distância máxima da porta do edifício de 2500m:

Classe 1	Classe 2	Classe 3
Café /Snack-Bar	Caixa de Multibanco	Centro Comercial
Espaços exteriores públicos	Escola Primária	Centro desportivo /ginásio
Mercearia	Estação de Correios	Centro médico
Talho	Farmácia	Centro recreativo
	Parque infantil	Igreja
		Restaurante

Quadro 23 – Amenidades existentes para o estudo do edifício localizado na Rua de Miragaia

Propostas de Melhoria:

Este é mais um parâmetro que mostra a grande vantagem da reabilitação nos centros históricos. A proximidade das amenidades diminui a necessidade de recorrer a transportes, diminuindo assim os impactes ambientais a eles associados.

Dimensão Social		P23
Categoria:	C8 – Sensibilização e educação para a sustentabilidade	
Indicador:	Formação dos ocupantes	
Parâmetro:	Disponibilidade e conteúdo do Manual do Utilizador do Edifício	
Objetivo:	Encorajar e premiar a existência de orientações para que os ocupantes saibam como utilizar e manter o edifício de uma forma eficiente.	

Modo de Cálculo:

O desempenho dos edifícios é avaliado através do índice (P_{MU}) em função do conteúdo do Manual do Utilizador, segundo a Tabela 23.1 do Guia de Avaliação (Mateus & Bragança, 2009).

Aplicabilidade:

Nos dois casos de estudo não existe Manual do Utilizador do Edifício. Existe apenas a Ficha Técnica da Habitação, que cumpre o pré-requisito para avaliação deste parâmetro. No entanto, não é possível fazer uma análise mais pormenorizada em função do conteúdo do Manual do Utilizador.

Propostas de Melhoria:

Percebe-se que ainda há muito a fazer para que seja possível avaliar os edifícios a partir do Manual do Utilizador como sensibilizar os donos de obra e os projetistas de que o Manual do Utilizador é uma valia para os utilizadores, pois assim podemos diminuir os consumos

de água, de energia, fornecer informações sobre os resíduos e reciclagem, operações de manutenção. Incluem-se também informações que potenciam a utilização de meios de transporte alternativos ao automóvel privado e ainda podemos obter informações sobre as amenidades locais existentes, entre outras. Assim, a partir do Manual do Utilizador do Edifício os utilizadores conseguem utilizar o edifício de uma forma mais eficiente.

Dimensão Económica		P24
Categoria:	C9 – Custo de ciclo de vida	
Indicador:	Custo inicial	
Parâmetro:	Valor do custo do investimento inicial por m ² de área útil	
Objetivo:	Promover e premiar a conceção de edifícios sustentáveis que apresentem custos iniciais semelhantes aos dos edifícios convencionais.	

O custo do edifício deve ser sempre analisado numa perspetiva de custos de ciclo de vida, desde a fase de projeto até ao final da sua vida útil.

Segundo o Guia de Avaliação existe sempre um investimento inicial superior a um edifício construído de forma convencional no entanto este valor é compensado com a diminuição dos custos de utilização. É possível diminuir os custos iniciais de um edifício através da adoção de um conjunto de estratégias nas fases de conceção e construção, como por exemplo:

- Implantação e orientação adequada;
- Reabilitação de edifícios e reutilização de materiais;
- Evitar o sobredimensionamento estrutural e a produção de resíduos durante a fase de construção;
- Utilizar estratégias de gestão de resíduos de construção;

- Diminuir a quantidade de infraestruturas no terreno.

Ainda existe a ideia de que a adoção de estratégias mais sustentáveis aumenta o valor do custo do investimento inicial por isso a banalização desta ideia predefinida será o ponto de partida para o investimento neste tipo de edifícios (Mateus & Bragança, 2009).

Modo de Cálculo:

De acordo com o Guia de Avaliação o desempenho dos edifícios em estudo relativo a este parâmetro é avaliado através do Valor de Custo do Investimento Inicial por m² de área útil (P_{CI}). Este resultado corresponde ao custo de construção (custo de capital) ou valor de venda a público e inclui todas as despesas associadas ao edifício até à fase de construção (Mateus & Bragança, 2009).

Aplicabilidade:

Este trabalho tem por objetivo a análise dos princípios da ferramenta, quanto a este parâmetro não é possível fazer qualquer tipo de análise/aplicabilidade.

No entanto, percebe-se que o Valor de Custo do Investimento Inicial dos edifícios em estudo será inferior à construção de um novo edifício com as mesmas características, pois os custos indiretos serão inferiores devido há existência de infraestruturas de acesso aos edifícios, como o saneamento.

Nos edifícios em estudo a fachada foi mantida embora o estado de degradação dos dois edifícios fosse elevado os custos seriam sempre inferiores à construção de um novo edifício no mesmo local.

Propostas de Melhoria:

No futuro propõe-se a análise dos custos ao longo do ciclo de vida dos edifícios em estudo.

Dimensão Económica		P25
Categoria:	C9 – Custo de ciclo de vida	
Indicador:	Custo de utilização	
Parâmetro:	Valor atual dos custos de utilização por m ² de área útil	
Objetivo:	Promover e premiar a conceção de edifícios sustentáveis que apresentem custos de utilização inferiores ao dos edifícios convencionais.	

Para uma análise económica correta é necessário contabilizar todos os custos, o custo de investimento inicial e os custos de operação e manutenção. E na fase de projeto que conseguimos diminuir os custos de utilização com adoção de diversas estratégias, pois é na fase de utilização que temos a maior “fatia” do custo total de ciclo de vida do edifício (Mateus & Bragança, 2009).

Modo de Cálculo:

De acordo com o Guia de Avaliação, o desempenho dos edifícios em estudo é obtido através do Valor Atual dos Custos de Utilização por m² de área útil (P_{CU}), sendo considerados os custos correspondentes ao (Mateus & Bragança, 2009):

- Consumo de energia para climatização;
- Consumo para aquecimento das águas sanitárias;
- Consumo de água potável;
- Produção de águas residuais;
- Produção de resíduos domésticos.

Aplicabilidade:

Na versão da ferramenta SBTool^{PT} – H em estudo, neste parâmetro não são contabilizados os custos associados aos consumos energéticos para iluminação e grandes eletrodomésticos. No entanto, os edifícios em estudo já se encontram equipados com máquina de lavar

roupa, máquina de lavar louça, frigorífico, forno elétrico de classe energética A (Figura 68).



Figura 68 – Máquina de Lavar Louça e Frigorífico com classe energética A

Em ambos os edifícios não existe qualquer tipo de sistemas de climatização. O aquecimento de águas quentes sanitárias é feito a partir de um termoacumulador. O fogão é elétrico bem como o forno.

Propostas de Melhoria:

Não é possível fazer a análise deste parâmetro devido à ausência do projeto térmico pelos motivos já referidos noutros parâmetros.

Será de salientar, mais uma vez, a importância do projeto de térmica para a concretização de mais um parâmetro.

7 Conclusões

O nosso parque habitacional apresenta-se bastante degradado, a necessitar de uma intervenção urgente, particularmente os centros históricos e urbanos. Concomitantemente, estamos a ter graves problemas em termos ambientais devido à poluição, aos gases com efeito de estufa e emissões de dióxido de carbono produzidos também pela Indústria da Construção que é um dos setores com maiores impactes ambientais.

De forma a melhorar estes dois pontos, a aplicação dos princípios da sustentabilidade na reabilitação do nosso parque habitacional permite-nos diminuir os impactes ambientais, os custos de construção e utilização e ainda aumentar a qualidade de vida dos utilizadores.

Os dois casos de estudo ilustram bem o estado dos nossos edifícios localizados no centro histórico da cidade do Porto, Património da Humanidade e como tal, foram aplicados os princípios da ferramenta SBTool^{PT} – H a cada uma das intervenções de Reabilitação.

No início da análise da ferramenta percebeu-se que ainda há muito a fazer para que todos os intervenientes estejam sensibilizados para a mais-valia da sustentabilidade na Reabilitação. Foram inúmeras as dificuldades para obter a documentação necessária para análise, por exemplo o manual do utilizador, documentação técnica dos materiais utilizados em obra, documentação não existente. O livro de obra é essencial para que seja possível uma análise rigorosa dos princípios da ferramenta em estudo. A ausência do projeto técnico é uma falha fulcral que por si só impossibilita a análise de três parâmetros. Isto deve-se à legislação em vigor, RCCTE, que isenta a reabilitação deste tipo de estudo.

Com este estudo percebeu-se que são diversas as vantagens deste tipo de intervenção nos centros históricos. O acesso fácil a amenidades como, restaurantes, comércio, serviços públicos, bem como, o acesso fácil a transportes públicos que servem toda a cidade são

uma mais-valia. Os arranjos exteriores e as infraestruturas, como por exemplo, o saneamento e os arruamentos nestas zonas já existem logo os custos indiretos serão sempre inferiores em comparação com a construção nova noutras zonas.

A área total de intervenção corresponde apenas à área de implantação do edifício logo a percentagem da área previamente edificada é de 100%, ou seja, o solo é totalmente reutilizável, não aumentando assim os impactes ambientais. No entanto, impossibilita a colocação de sombreamentos exteriores, como árvores de folha caduca, e ainda a colocação de sistemas de arrefecimento passivos para proteção da radiação devido à fachada ter sido mantida com as características originais.

Em termos acústicos, os dois edifícios apresentam os índices mínimos de forma a cumprir os requisitos mínimos definidos pelo RREA, neste sentido poderia ser melhorado. Quanto ao estudo térmico deveria ter sido feito a sua análise de forma a melhorar a eficiência térmica dos edifícios, e assim diminuir os custos para aquecimento e arrefecimento dos espaços.

Comparando os dois edifícios em termos de orientação percebe-se que o edifício localizado na rua de Miragaia com uma fachada virada a Sudoeste (SO) e outra a Nordeste (NE) terá mais ganhos em comparação com o edifício localizado na rua do Comércio do Porto com fachada a Sudeste (SE). No entanto, a ferramenta em estudo não faz qualquer tipo de análise a este tipo de característica o que poderia ser uma mais-valia, pois a orientação do edifício é um ponto muito importante em termos de ganhos térmicos. Também na mesma ferramenta não é feita qualquer referência a tecnologias solares passivas para aquecimento e arrefecimento de forma a promover a orientação e os ventos predominantes. E assim diminuir os custos de energia para aquecimento e arrefecimento dos compartimentos na estação de Inverno e Verão, respetivamente.

Referências Bibliográficas

Afonso A. S., 2011. Certificação da Eficiência Hídrica de Produtos. In Congresso LiderA 2011 “Produtos e Serviços Sustentáveis para os ambientes construídos”, Lisboa. LiderA. (pp.6-9). Obtido em <http://www.lidera.info/> a 24 de fevereiro 2013.

Aguiar J., Cabrita A. M. R. & Appleton J., 2005. Guião de Apoio à reabilitação de edifícios habitacionais, Lisboa, LNEC, Volume 1, 7.º Edição. (pp. 34 – 41).

Almeida M., 2012. Sistema de registo nacional de declarações ambientais de produto para o habitat. In Seminário "Novos Materiais e Sistemas para a Sustentabilidade", Coimbra. CentroHabitat. (pp. 2-6). Obtido em <http://www.centrohabitat.net/> a 12 de fevereiro de 2013.

Almeida M., Dias A. C., Dias B. & Arroja L. M., 2011. Declaração ambiental de produto para materiais de construção. (pp. 3 - 6). In Seminário "Avaliação do Ciclo de Vida na Construção". Universidade do Minho, Guimarães. Obtido em <http://www.centrohabitat.net/> a 12 de fevereiro de 2013.

APCOR, 2013. Associação Portuguesa de Cortiça. Consultado em <http://www.apcor.pt/> a 27 de julho de 2013.

Arroja L., Dias A.C. & Quinteiro P., 2011. Avaliação do Ciclo de Vida Passado, Presente e Futuro. (pp. 5 - 8). In Seminário "Avaliação do Ciclo de Vida na Construção". Universidade do Minho, Guimarães. Obtido em <http://www.centrohabitat.net/> a 12 de fevereiro de 2013.

Bonet J. S., 2011. Proyecto EnerBuiLCA - ACV Para la comunicación ambiental de productos. Declaraciones Ambientales de Producto DAP. Obtido em <http://www.enerbuiLca-sudoe.eu/index.php> a 26 de maio de 2013.

Bragança L. & Mateus R., 2011. Avaliação do ciclo de vida dos edifícios. Impacte Ambiental de Soluções Construtivas. 1.º Edição.

Bragança L., 2005. Princípios de Desenho e Metodologias de Avaliação da Sustentabilidade das Construções. (pp. 1). Universidade do Minho. Guimarães. Obtido em <http://repositorium.sdum.uminho.pt/> a 4 de junho de 2013.

Brito J., 2010. Produtos com conteúdo reciclado e sua aplicabilidade na construção. In Congresso LiderA 2010 “Criar valor com a sustentabilidade na construção”, Lisboa. LiderA. (pp. 3 - 4) Obtido em <http://www.lidera.info/> a 25 de fevereiro 2013.

Construlink, 2010. Isolamento térmico com cortiça. Dossie Técnico. Obtido em <http://construlink.com/> a 27 de Julho de 2013

Construction Products Association, 2012. The embodied impacts of construction products. London. Obtido em <http://www.pe-international.com/>

Decreto-Lei n.º 307/2009. Diário da República: Série I. N.º 206 (2009-10-23). (pp. 7958). [Regime jurídico da reabilitação urbana].

Dias A. B., 2011. Criação do Sistema de Registo de Declarações Ambientais de Produto dapHabitat.

Dias A. B., 2011b. Declarações Ambientais do Produto DAP Habitat. In Seminário "Tecnologias e Sistemas de Construção Sustentável - Investigação em Acção", Coimbra. CentroHabitat. (pp. 3 - 9). Obtido em <http://www.centrohabitat.net/> a 12 de fevereiro de 2013.

Dinis R. & Amado M. P., 2011. Contributos para a Reabilitação Sustentável de Edifícios de Habitação. In Conferência Nacional 2011 "Sustentabilidade na Reabilitação Urbana: O Novo Paradigma do Mercado da Construção", Lisboa. iiSBE Portugal (pp. 23 - 25).

EcoArkitekt, 2013. Construção Sustentável. Retirado em <http://www.ecoarkitekt.com/> a 4 de junho de 2013.

EcoCasa, 2013. Arquitectura Bioclimática – Climatização Passiva. Retirado de <http://ecocasa.pt/> a 5 de maio de 2013.

Gonçalves H. & Graça J. M., 2004. Conceitos Bioclimáticos para os Edifícios em Portugal. Edição DGGE/IP-3E. INETI, Lisboa.

Gonçalves H., Cabrito P., Oliveira M. & Patrício A., 1997. Edifícios Solares Passivos em Portugal. INETI.

Governo de Portugal, 2012. As novidades em matéria de Reabilitação Urbana e Arrendamento. Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território. Obtido em <http://www.portugal.gov.pt/> a 30 de agosto de 2012.

Ho L. W. P., 2011. Life Cycle Assessment (LCA) and Green Purchasing. Green Council. Obtido em <http://www.greencouncil.org/> a 10 de maio de 2013.

IGESPAR, 2012. Carta de Lisboa sobre a reabilitação urbana integrada. In 1.º Encontro Luso-Brasileiro de Reabilitação Urbana. Lisboa, 21 a 27 de Outubro de 1995. (pp. 1-2). Obtido em <http://www.igespar.pt/> a 24 de abril de 2012.

IHRU - Instituto da Habitação e da Reabilitação Urbana, 2012. Novo regime do arrendamento urbano. Retirado em <http://www.portaldahabitacao.pt/> a 30 de outubro de 2012.

INE, I.P., 2012. Estatísticas da Construção e Habitação 2011. Instituto Nacional de Estatística, I.P. Edição 2012. (pp. 25-37).

ISO, 2012. ISO standards for life cycle assessment to promote sustainable development. Obtido em <http://www.iso.org/> a 16 de Abril de 2012.

Juma A., 2010. Guia Prático da Habitação. Instituto da Habitação e da Reabilitação Urbana I.P. (pp. 23) Obtido em <http://www.portaldahabitacao.pt/> a 30 de outubro 2012.

Lanham A., Gama P. & Braz R., 2004. Arquitectura Bioclimática. Perspectivas de inovação e futuro. Seminário de Inovação. IST. Lisboa.

Lei n.º 31/2012. Diário da República: Série I. N.º 157 (2012-08-14). (pp. 4411) [Procede à revisão do regime jurídico do arrendamento urbano].

Lei n.º 32/2012. Diário da República: Série I. N.º 157 (2012-08-14). (pp. 4452) [Procede à alteração do regime jurídico da reabilitação urbana].

Leal H. & Aelenei D., 2013. A Contribuição dos Sistemas de Ganhos Solares Isolados no alcance da Performance “Energia Zero”. LNEG. Obtido em <http://www.lneg.pt/> a 3 de agosto de 2013.

Lopes T.C. & Amado M.P., 2010. Reabilitação Sustentável de Edifícios de Habitação. In Cincos 10 “Congresso de Inovação na Construção Sustentável”, Curia. Centrohabitat. (pp. 13-14). Obtido em <http://geotpu.dec.fct.unl.pt/> a 14 de abril de 2012.

Mateus R. & Bragança L., 2009. Guia de Avaliação SBTool^{PT} - H.

Mateus R. & Bragança L., 2006. Tecnologias construtivas para a sustentabilidade da construção. Edições Ecopy, Porto. (pp. 24 - 29).

Mendonça P., 2005. Habitar sob uma segunda pele: estratégias para a redução do impacto ambiental de construções solares passivas em climas temperados. (Cap. 5). Universidade do Minho. Guimarães. (Dissertação de Doutoramento).

Midões E. N., 2012. A Sustentabilidade e o Ciclo de Vida dos Edifícios. Instituto Superior de Engenharia do Porto. (Dissertação de Mestrado).

Paiva J.V., 2009. O LNEC e a Reabilitação Urbana e dos Edifícios. In 3.º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, Porto. (pp. 5 - 6).

PE International, 2010. GaBi Education: Handbook for Life Cycle Assessment (LCA) Using the GaBi Education. Obtido em <http://www.gabi-software.com/> a 25 de maio de 2013.

Pinheiro M. D., 2006. Ambiente e Construção Sustentável. Instituto do Ambiente, Amadora.

Pipa M., 2009. Evolução da Regulamentação de Estruturas em Portugal. In Encontro Técnico-Científico “O Papel dos Laboratórios de Estado na Investigação e Desenvolvimento em Engenharia Civil no Âmbito da CPLP”, Lisboa. LNEC. (pp. 14 - 16). Obtido em <http://www.lnec.pt/> a 1 de junho de 2013.

Pires C. M. & Bragança L., 2011. Reabilitação Urbana Sustentável – Reabilitação e conservação do património habitacional edificado. In Conferência Nacional 2011 “Sustentabilidade na Reabilitação Urbana: O Novo Paradigma do Mercado da Construção”, Lisboa. iiSBE Portugal. (pp. 7 - 10).

Porto Vivo - SRU, 2013 – Área de intervenção da Sociedade de Reabilitação Urbana, Porto Vivo. Retirado em <http://www.portovivosru.pt/> a 2 de Junho 2013.

Rocheta V. & Farinha F, 2007. Práticas de Projecto e Construtivas para a construção sustentável. In 3.º Congresso Nacional Construção. Coimbra. Obtido em <https://sapientia.ualg.pt/> a 30 de julho de 2012.

Silva V. G, 2003. Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica. Escola Politecnica da Universidade de S. Paulo. Obtido em http://www.fec.unicamp.br/~vangomes/Download_Tese/Cap2.pdf a 21 de maio de 2013.

Sousa J. M., 2012. Apontamentos da disciplina Construção Sustentável. Mestrado em Engenharia Civil. Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Soares L., 2011. Diferentes abordagens para desenvolver uma ACV. In Seminário "Avaliação do Ciclo de Vida na Construção". Universidade do Minho, Guimarães. (p. 5). Obtido em <http://www.centrohabitat.net/> a 12 de fevereiro de 2013.

Taborda R. P., 2010. CONSERVAÇÃO E REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS – Textos de apoio à disciplina de Conservação e Reabilitação de Edifícios, ISEP. Parte I. (pp. 7-17).

Teodoro N. F. G. & Henriques P.M G., 2011. Contribuição para Sustentabilidade na Construção Civil: Reciclagem e Reutilização de Materiais. Instituto Superior Técnico, Lisboa. In Conferência Nacional 2011 “Sustentabilidade na Reabilitação Urbana: O Novo Paradigma do Mercado da Construção”, Lisboa. iiSBE Portugal (pp. 127 -129)

Torgal F. O. & Jalali S., 2010. A Sustentabilidade dos Materiais de Construção. Edição TecMinho. Universidade do Minho, Guimarães.

UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, 2011. Towards a Life Cycle Sustainability Assessment: Making informed choices on products (pp. 2). Obtido em <http://lcinitiative.unep.fr/> a 8 de maio de 2013.

WWF Portugal, 2012a. Relatório do Planeta Vivo. Edição 2012. Obtido em <http://www.wwf.pt/> a 6 de novembro 2012.

WWF Portugal, 2012b. Pegada da ecológica humana. Retirado em http://www.wwf.pt/o_que_fazemos/por_um_planeta_vivo/o_relatorio_planeta_vivo/pegada_ecologica_ a 6 de novembro 2012.

Bibliografia

Aguiar J., Cabrita A. M. R. & Appleton J., 2005. Guia de Apoio à reabilitação de edifícios habitacionais. LNEC. Volume 2. 7.º Edição.

Aguiar J., Pinho A. & Paiva V., 2006. Guia Técnico de Reabilitação Habitacional. Lisboa: INH/LNEC.

Almeida M., 2011. A Reabilitação energética como veículo para a sustentabilidade do Parque edificado. In Seminário "Avaliação do Ciclo de Vida na Construção". Universidade do Minho, Guimarães. Obtido em <http://www.centrohabitat.net/> a 12 de fevereiro de 2013.

Anselmo I., Nascimento C. & Maldonado E., 2004. Reabilitação energética da envolvente de edifícios residenciais. Edição DGGE/IP-3E. Lisboa.

Antunes N., 2010. Edifícios verdes. Práticas Projectuais Orientadas para a Sustentabilidade. Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2009/2010 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2009. (Tese de Mestrado).

Appleton J., 2009. Reabilitação Sustentável. In Congresso LiderA 2009 “Novas oportunidades para a construção sustentável.”, Lisboa. LiderA. Obtido em <http://www.lidera.info/> a 8 de abril de 2012.

Appleton J., 2010. Reabilitação de Edifícios Antigos Sustentabilidade, Economia e Património. In Seminário “Sustentabilidade das operações de reabilitação urbana.”, Porto. Obtido em <http://www.portovivosru.pt/> a 12 de abril de 2012.

Bessa R., 2010. Edifícios de baixo consumo com sistemas ativos de elevada eficiência energética. In Congresso LiderA 2010 “Criar valor com a sustentabilidade na construção”, Lisboa. LiderA. Obtido em <http://www.lidera.info/> a 25 de fevereiro 2013.

Bragança L., 2010. Apresentação da Ferramenta SBTool^{PT}. Avaliação e Reconhecimento e Certificação da Construção Sustentável. Departamento Engenharia Civil, Universidade do Minho. Guimarães. Obtido em www.apea.pt a 14 de maio de 2012.

Brito J., 2009. Sistemas de inspeção e diagnóstico em edifícios. In 3.º Congresso Encontro Nacional sobre patologia e reabilitação de edifícios. Porto.

Câmara Municipal de Lisboa, 2011. Estratégia de Reabilitação Urbana de Lisboa 2011/2024. Obtido em <http://www.cm-lisboa.pt/> a 10 de abril de 2012.

Castro D.P., 2009. Sustentabilidade na Reabilitação. Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2009/2010 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2009. (Tese de Mestrado).

Centro Habitat, 2011. Construção e Reabilitação Sustentável. Parcerias para Regeneração Urbana 2011.

Cóias V., 2007. Reabilitação: a melhor via para a construção sustentável. Obtido em http://www.bancaambiente.org/pdf/wokshop1/Reab_Sustent1.pdf a 8 de abril de 2012.

Comissão Europeia, 2011. Roteiro para a Energia 2050. Comunicação da comissão ao parlamento europeu, ao conselho, ao comité económico e social europeu e ao comité das regiões. Bruxelas. Obtido em <http://eur-lex.europa.eu/> a 8 de fevereiro de 2013.

Comissão Europeia, 2012. Estratégias para a competitividade sustentável do setor da construção e das suas empresas. Bruxelas. Obtido em <http://eur-lex.europa.eu/> a 5 de março de 2013.

Costa C., 2010. Edifícios verdes. Práticas Projectuais Orientadas para a Sustentabilidade. Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente - 2009/2010 - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2010. (Tese de Mestrado).

Couto A. B., Couto J. P. & Teixeira J. C., 2006. Desconstrução – Uma ferramenta para a sustentabilidade da construção. Universidade do Minho. Obtido em <http://www.engenhariacivil.com/> a 7 de março de 2012.

Cruz N. S., Torres M. I. & Silva R. M., 2009. Reabilitação Urbana do Centro Histórico da “Baixinha” de Coimbra. In 3.º Congresso Encontro Nacional sobre patologia e reabilitação de edifícios. Porto.

DapHabitat, 2012a. Sistema de Registo Nacional de Declarações Ambientais de Produto para o Habitat. CentroHabitat. Obtido em <http://www.daphabitat.pt/> a 26 de maio de 2013.

DapHabitat, 2012b. Os benefícios duma declaração Ambiental de Produto (DAP) para o mercado de produtos e serviços de construção! CentroHabitat. Obtido em <http://www.daphabitat.pt/> a 26 de maio de 2013.

Dias A. B., 2011a. A Normalização de Métodos de Avaliação da Sustentabilidade da Construção. In Seminário "Avaliação do Ciclo de Vida na Construção". Universidade do Minho, Guimarães. Obtido em <http://www.centrohabitat.net/> a 12 de fevereiro de 2013.

Dias A. B., 2011b. Como as declarações ambientais refletem o desempenho ambiental do produto. Sistema de Registo DAP Habitat. In Congresso LiderA 2011 “Produtos e Serviços Sustentáveis para os ambientes construídos”, Lisboa. LiderA. Obtido em <http://www.lidera.info/> a 24 de fevereiro 2013.

Duarte A. P. & Frazão R., 2011. Materiais e Produtos de Construção. Ciclo de vida, Ecodesign, Certificação e Inovação. Curso Construção Sustentável II. LNEG. Obtido em <http://www.lneg.pt/> a 2 de maio de 2012.

Duarte A. P., Frazão R. & Partidário P., 2011. Gestão do Ciclo de Vida. Produtos para a Construção e Green Procurement: Produzir – Comprar – Recuperar. In Congresso LiderA 2011 “Produtos e Serviços Sustentáveis para os ambientes construídos”, Lisboa. LiderA. Obtido em <http://www.lidera.info/> a 24 de fevereiro 2013.

Ducap V. M. & Qualharini E. L., 2009. Reabilitação de edifícios, visando a auto-sustentabilidade, modificando o sistema predial para aproveitar a água pluvial. In 3.º Congresso Encontro Nacional sobre patologia e reabilitação de edifícios. Porto.

Ecochoice, 2011. Diferentes abordagens para desenvolver uma ACV. Conceitos, metodologias e aplicações. In Seminário "Avaliação do Ciclo de Vida na Construção". Universidade do Minho, Guimarães. Obtido em <http://www.centrohabitat.net/> a 12 de fevereiro de 2013.

Ecochoice, 2012. Estudo do Enquadramento Normativo e dos Programas de Registo Europeus de Declarações Ambientais de Produto. CentroHabitat. Obtido em <http://www.daphabitat.pt/> a 9 de maio de 2013.

Falorca J. F., Rodrigues R. C. & Silva R. M., 2011. A manutenção de edifícios como factor de desenvolvimento sustentável da construção – situação e perspectivas de evolução. In Conferência Nacional 2011 “Sustentabilidade na Reabilitação Urbana: O Novo Paradigma do Mercado da Construção”, Lisboa. iiSBE Portugal. (pp. 47 - 54).

Farias P. M. & Amado M. P., 2011. Construção Sustentável: processo de alteração de uso em edifícios. In Conferência Nacional 2011 “Sustentabilidade na Reabilitação Urbana: O Novo Paradigma do Mercado da Construção”, Lisboa. iiSBE Portugal. (pp. 23 -25).

Fernandes S., 2009. Aspectos construtivos da Reabilitação energética dos edifícios. In Seminário “Reabilitação Energética de Edifícios”, Instituto Superior de Engenharia da Universidade do Algarve. Obtido em <http://www.oz-diagnostico.pt/> a 10 de Abril de 2012.

Ferreira V., 2012. Declarações Ambientais de Produtos para o habitat – o projecto DAPHabitat. In seminário “A sustentabilidade e os produtos da construção”, TEKTÓNICA 2012, Lisboa.

Floret A., Paupério E., Ilharco T., Guedes J. M. & Costa A., 2009. Reabilitação de casas na Rua António Carneiro: Diário de uma Obra. In 3.º Congresso Encontro Nacional sobre patologia e reabilitação de edifícios. Porto.

Gaspar P. L. & Brito J., 2009. Tipos de Vida Útil das Construções. In 3.º Congresso Encontro Nacional sobre patologia e reabilitação de edifícios. Porto.

Gervásio H., 2011. Análise de Ciclo de Vida de Infra-estruturas. In Seminário "Avaliação do Ciclo de Vida na Construção". Universidade do Minho, Guimarães. Obtido em <http://www.centrohabitat.net/> a 12 de fevereiro de 2013.

Gomes J. F. & Rodrigues A. M.. Análise do ciclo de vida das caixilharias: um estudo comparativo. Caixiave – Indústria de Caixilharia, S. A. Instituto Superior Técnico, Departamento Engenharia Civil, Secção de construções. Lisboa. Obtido em <http://www.caixiave.pt/> a 19 de outubro de 2012.

Gomes M. A. & Amado M. P., 2011. Construção Sustentável – Contributo da parede trombe. In Conferência Nacional 2011 “Sustentabilidade na Reabilitação Urbana: O Novo Paradigma do Mercado da Construção”, Lisboa. iiSBE Portugal (pp. 217 - 224).

Grimmer A. E. & Hensley J. E., 2011. The secretary of the interior’s standards for rehabilitating historic buildings. U.S. Department of the Interior. National Park Service. Technical Preservation Services. Washington, D. C. Obtido em <http://www.nps.gov/> a 19 de julho de 2012.

Grupo Amorim, 2013. Matéria-prima. Cortiça. Retirado em <http://www.amorim.com/home.php> a 3 de junho de 2013.

Isolani P., 2008. Manual do Consumidor. Eficiência energética nos edifícios residenciais. EnerBuilding. ADENE. Obtido em <http://www.adene.pt/> a 25 de setembro de 2012.

ITIC, 2008. O Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior dos Edifícios. Oportunidades para o setor da Construção Segmento Residencial. Obtido em <http://www.aecops.pt/> a 24 de abril de 2012.

Lucas S., Aguiar J. B. & Ferreira V. M., 2011. Estudo de Argamassas Funcionais para uma Construção Sustentável. In Seminário "Tecnologias e Sistemas de Construção Sustentável - Investigação em Acção", Coimbra. CentroHabitat. Obtido em <http://www.centrohabitat.net/> a 12 de fevereiro de 2013.

Lucas V. & Amado M. P., 2011. Avaliação da Construção Sustentável. In Conferência Nacional 2011 "Sustentabilidade na Reabilitação Urbana: O Novo Paradigma do Mercado da Construção", Lisboa. iiSBE Portugal. (pp. 285 - 294).

Macedo A. & Mateus R., 2011. Avaliação do desempenho ambiental de soluções de reabilitação de fachadas. In Conferência Nacional 2011 "Sustentabilidade na Reabilitação Urbana: O Novo Paradigma do Mercado da Construção", Lisboa. iiSBE Portugal. (pp. 273 - 284).

Mano E., 2010. Contributo para o "quase zero de energia" no edificado. In Congresso LiderA 2010 "Criar valor com a sustentabilidade na construção", Lisboa. LiderA. Obtido em <http://www.lidera.info/> a 25 de fevereiro 2013.

Marinho P., 2010. Avaliação da Durabilidade de Soluções de Reabilitação. Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2009/2010 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2010. (Tese de Mestrado).

Marques H. & Oliveira J., 2012. Soluções de Eficiência Energética no centro histórico de Ponte da Barca. Município Ponte da Barca. Obtido em <http://www.cmpb.pt/> a 19 de outubro de 2012.

Martins B., Vital C., Adão D., Neves F., Martins L. & Ramalho M., 2009. O Mercado da Reabilitação. Enquadramento, Relevância e Perspetivas. AECOPS.

Mateus R., 2011. A Integração do Método LCA na Avaliação e Certificação da Construção Sustentável. In Seminário "Avaliação do Ciclo de Vida na Construção". Universidade do Minho, Guimarães. Obtido em <http://www.centrohabitat.net/> a 12 de fevereiro de 2013.

Matos J., 2010. A Importância do Desempenho Ambiental e dos Produtos Locais. In Congresso LiderA 2010 “Criar valor com a sustentabilidade na construção”, Lisboa. LiderA. Obtido em <http://www.lidera.info/> a 25 de fevereiro 2013.

Montezuma J., 2010. O Impacte económico da Construção Sustentável. In Congresso LiderA 2010 “Criar valor com a sustentabilidade na construção”, Lisboa. LiderA. Obtido em <http://www.lidera.info/> a 25 de fevereiro 2013.

Mota L. & Mateus R., 2011. Contributo da fase de manutenção para os impactos de ciclo de vida dos edifícios de habitação. In Conferência Nacional 2011 “Sustentabilidade na Reabilitação Urbana: O Novo Paradigma do Mercado da Construção”, Lisboa. iiSBE Portugal (pp. 109 - 126).

Município de Braga, 2008. Parceria para a Regeneração Urbana Centro Histórico de Braga. Programa de Acção. Obtido em <http://www.cm-braga.pt/> a 8 e abril de 2012.

Município de Portalegre, 2011. Estratégia de Reabilitação Urbana/ Cidade de Portalegre. Obtido em <http://www.cm-portalegre.pt/> a 10 de abril de 2012.

Neves S. C. & Henriques P. M., 2011. O Contributo de sistemas construtivos no desempenho da sustentabilidade na construção. In Conferência Nacional 2011 “Sustentabilidade na Reabilitação Urbana: O Novo Paradigma do Mercado da Construção”, Lisboa. iiSBE Portugal (pp. 225 - 248).

Osso A., Gottfried D.A., Walsh T. & Simon L. N., 1996. Sustainable Building Technical Manual. Green Building Design, Construction and Operations. Public Technology Inc. US Green Building Council. Obtido em <http://smartcommunities.ncat.org/> a 31 de julho de 2012.

Pedro J. B., Vilhena A. & Paiva J. V., 2009. MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE IMÓVEIS. Análise de Dois Anos de Aplicação. In 3.º Congresso Encontro Nacional sobre patologia e reabilitação de edifícios. Porto.

Pinho A., 2011. A sustentabilidade da reabilitação. In Conferência Nacional 2011 “Sustentabilidade na Reabilitação Urbana: O Novo Paradigma do Mercado da Construção”, Lisboa. iiSBE Portugal (pp. 15 - 22).

Portal da Construção Sustentável, 2010. Certificação Ambiental em Portugal e no Mundo. In Seminário Técnico “Regeneração urbana sustentável”, Óbidos. Portal da Construção Sustentável. Obtido em www.apea.pt a 30 de julho de 2012.

Porto Vivo, 2005. Masterplan (Síntese Executiva). Revitalização Urbana e Social da Baixa do Porto. Porto Vivo, Sociedade de Reabilitação Urbana. Obtido em <http://www.portovivosru.pt/> a 23 de maio de 2012.

Porto Vivo, 2011. Delimitação da área de Reabilitação Urbana do centro históricos do Porto em instrumento próprio [Projecto]. Porto Vivo, SRU. Obtido em <http://www.portovivosru.pt/> a 18 de janeiro de 2013.

Santos A. L. & Brito J., 2009. DESCONSTRUÇÃO, UM COMPLEMENTO À REABILITAÇÃO. Medidas de Promoção de Recolha e Reutilização de Materiais, Elementos e Componentes das Construções. In 3.º Congresso Encontro Nacional sobre patologia e reabilitação de edifícios. Porto.

Silva S. M., 2011. Qualidade do Ambiente Interior. In Seminário "Avaliação do Ciclo de Vida na Construção". Universidade do Minho, Guimarães. Obtido em <http://www.centrohabitat.net/> a 12 de fevereiro de 2013.

Silvestre J. D., Brito J & Pinheiro M. D., 2011. Avaliação do Ciclo de Vida “Do berço ao berço”: Aplicação a paredes exteriores de edifícios. In Seminário "Avaliação do Ciclo de Vida na Construção". Universidade do Minho, Guimarães. Obtido em <http://www.centrohabitat.net/> a 12 de fevereiro de 2013.

Soares L. & Matos M., 2011. Diferentes abordagens para desenvolver um LCA. In Conferência Nacional 2011 “Sustentabilidade na Reabilitação Urbana: O Novo Paradigma do Mercado da Construção”, Lisboa. iiSBE Portugal (pp. 151 - 158).

Torgal F. P. & Jalali S., 2007. Construção Sustentável. O caso dos materiais de construção. In 3.º Congresso Internacional Construção 2007, Coimbra. Universidade de Coimbra. Obtido em <http://www.engenhariacivil.com/> a 7 de março de 2012.

Torgal F. P. & Jalali S., 2010. Eco – Eficiência dos Materiais de Construção. Obtido em <http://repositorium.sdum.uminho.pt/> a 5 de março de 2013.

Vilhena A., Pedro J. B., Paiva J. V., Coelho A. B. & Bento J., 2009. MÉTODO DE AVALIAÇÃO DAS NECESSIDADES DE REABILITAÇÃO. Desenvolvimento e metodologia de aplicação. In 3.º Congresso Encontro Nacional sobre patologia e reabilitação de edifícios. Porto.

Villan J. E., 2009. Patologia de Las Fachadas Ligeras. In 3.º Congresso Encontro Nacional sobre patologia e reabilitação de edifícios. Porto.